

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN  
DEL PROGRAMA DE PREGRADO DE INGENIERÍA AEROESPACIAL EN  
LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**

**ING. LADY JULIANA CALA CHAVES  
ING. CÉSAR AUGUSTO LÓPEZ RODRÍGUEZ  
ADMIN. JUAN SEBASTIÁN VILLALOBOS GUTIÉRREZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
UNIDAD DE PROYECTOS  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE  
PROYECTOS  
BOGOTÁ D.C.  
2018**

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN  
DEL PROGRAMA DE PREGRADO DE INGENIERÍA AEROESPACIAL EN LA  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**

**ING. LADY JULIANA CALA CHAVES  
ING. CÉSAR AUGUSTO LÓPEZ RODRÍGUEZ  
ADMIN. JUAN SEBASTIÁN VILLALOBOS GUTIÉRREZ**

**Informe final del Trabajo de Grado para optar por el título de Especialista en  
Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos**

**DIRECTOR  
ING. GERMÁN EDUARDO GIRALDO, MSC, PMP, AUDITOR INTERNO  
ISO 9001**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
UNIDAD DE PROYECTOS  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE  
PROYECTOS  
BOGOTÁ D.C.  
2018**

**Nota de aceptación:**

El Trabajo de Grado “Elaboración del estudio de pre factibilidad para la creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito”, presentado para optar por el título de Especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos cumple con los requisitos establecidos y recibe nota aprobatoria.

**Ing. Germán Eduardo Giraldo, MSC, PMP, auditor interno ISO 9001**  
**Director Trabajo de Grado**

**Fecha**  
22 de Marzo de 2018

## **Dedicatoria**

*A Dios y a mis padres que me lo han dado todo en la vida, mis triunfos son de ellos.*  
**Juliana Cala Chaves**

*A Humberto López, cuyos consejos, apoyo y entrega inolvidable a mi familia nos han  
llevado por buen camino.*  
**César Augusto López Rodríguez**

*A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto  
académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a  
través del tiempo.*  
**Juan Sebastián Villalobos Gutiérrez**

## **Agradecimientos**

*A Dios, que con su gloria permitió que yo estuviera acá; a mis padres que con su inmenso amor siempre me alentaron; a mi hermana que con su innato carisma siempre supo alegrarme en los momentos difíciles; a Julián que desde el primer día tomó mi mano para recorrer este camino juntos, y a mis compañeros Juan Sebastián y César por su excelente trabajo y sin quienes este esfuerzo habría sido en vano.*

**Juliana Cala Chaves**

*A mis padres y hermanos, por la educación, amor, y excelente ejemplo de vida que me han dado; a mi novia, por su incondicionalidad y la fortaleza que me ha dado para no detenerme nunca; a Juan y Juliana, por su excelencia y profesionalismo, y a quienes han sido mis jefes y compañeros de trabajo, por ser día a día una fuente de experiencia personal y profesional ejemplar.*

**César Augusto López Rodríguez**

*A mis padres y hermanos por todo su apoyo y sus consejos, por soportar la falta de tiempo, pero sobre todo por su amor. A Juan Camilo, por toda su paciencia y total apoyo durante este proceso, y por entender que esto lo hago por los dos. A Juliana y César, por ser como son, unos excelentes amigos y profesionales.*

**Juan Sebastián Villalobos Gutiérrez**

*Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:*

*El Ingeniero Germán Giraldo quien con sus conocimientos y experiencia nos guio y acompañó en el desarrollo del trabajo de grado.*

*A la doctora Daissy Garcés, quien con su admirable conocimiento, experiencia y pasión fue parte fundamental de la culminación de esta etapa.*

*A Sonia Hernández que siempre estuvo dispuesta a ofrecernos su ayuda y colaboración.*

*Y a todas las personas que nos ayudaron en la Escuela Colombiana de Ingeniería que siempre estuvieron dispuestos a orientarnos en los momentos de duda y brindarnos sus conocimientos.*

## CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO.....	6
LISTA DE GRÁFICAS.....	9
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	10
LISTA DE TABLAS.....	11
LISTA DE ANEXOS.....	15
GLOSARIO.....	16
ABREVIATURAS.....	19
RESUMEN EJECUTIVO.....	22
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO.....	3
1.1. Identificación del proyecto.....	3
1.2. Propósito del proyecto.....	3
1.3. Objetivos gerenciales para el proyecto.....	3
1.4. Acta de Constitución del Proyecto ( <i>Project Charter</i> ).....	4
1.5. Análisis de los <i>Stakeholders</i> .....	5
1.5.1. Identificación de los <i>Stakeholders</i> .....	5
1.5.2. Clasificación de los <i>Stakeholders</i> .....	9
1.6. Requerimientos de los <i>Stakeholders</i> .....	11
1.7. Entregables del Proyecto.....	13
1.8. Proceso de producción del producto del proyecto.....	13
1.9. Interacciones del proyecto con su entorno.....	15
1.9.1. Entorno organizacional.....	15
1.9.2. Entorno P.E.S.T.A. ....	24
2. IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO.....	31
2.1. Revisión de las estrategias globales, nacionales, regionales, locales y sectoriales, que puedan afectar el Proyecto.....	31
2.2. Estrategia organizacional.....	33
2.3. Planteamiento del proyecto.....	34
2.3.1. Nombre del proyecto.....	34
2.3.2. Propósito del proyecto.....	34
2.3.3. Antecedentes del proyecto.....	34
2.3.4. Justificación o razón de ser del proyecto.....	36
2.3.5. Producto y entregables principales del proyecto.....	39
2.3.6. Otros aspectos.....	39

2.4.	Alineación estratégica del proyecto .....	41
2.5.	Implicaciones de los resultados de la IAEP para el proyecto y para la Organización, o para el sector, la ciudad, la región, el país y el mundo .....	44
3.	FORMULACIÓN DEL PROYECTO .....	46
3.1.	ESTUDIO DE MERCADO.....	46
3.1.1.	Hallazgos .....	46
3.1.2.	Análisis de alternativas.....	76
3.1.3.	Conclusiones .....	77
3.1.4.	Recomendaciones .....	81
3.1.5.	Costos y beneficios .....	83
3.1.6.	Soportes de los análisis adelantados .....	85
3.2.	ESTUDIO TÉCNICO.....	87
3.2.1.	Hallazgos .....	87
3.2.2.	Análisis de alternativas.....	105
3.2.3.	Conclusiones .....	107
3.2.4.	Recomendaciones .....	114
3.2.5.	Costos y beneficios .....	123
3.3.	ESTUDIO AMBIENTAL.....	124
3.3.1.	Hallazgos .....	124
3.3.2.	Alternativas analizadas.....	131
3.3.3.	Conclusiones .....	131
3.3.4.	Recomendaciones .....	137
3.3.5.	Costos y beneficios .....	140
3.4.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO .....	142
3.4.1.	Hallazgos .....	142
3.4.2.	Análisis de alternativas.....	147
3.4.3.	Conclusiones .....	147
3.4.4.	Recomendaciones .....	149
3.4.5.	Costos y beneficios .....	151
3.5.	ESTUDIOS DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO .....	153
3.5.1.	Hallazgos .....	153
3.5.2.	Análisis de alternativas.....	167
3.5.3.	Conclusiones .....	168
3.5.4.	Recomendaciones .....	173
3.5.5.	Soportes de los análisis adelantados .....	174

4.	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	187
4.1.	Generalidades.....	187
4.2.	Hallazgos .....	187
4.2.1.	Marco de referencia.....	187
4.3.	Análisis realizados .....	188
4.3.1.	Flujo de caja financiero.....	188
4.3.2.	Cálculo del <i>WACC</i> .....	189
4.4.	Conclusiones .....	196
4.5.	Recomendaciones .....	197
4.6.	Implicaciones para la IAEP, la Formulación y la Ejecución del Proyecto.....	197
5.	BIBLIOGRAFÍA .....	199
	ANEXOS .....	208

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Análisis de <i>Stakeholders</i> Poder + Interés .....	11
Gráfica 2. Distribución de la población de entre 16 y 21 años.....	62
Gráfica 3. Tendencia de la demanda en número de estudiantes .....	63
Gráfica 4. Oferta de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional .....	65
Gráfica 5. Proyección por método regresión potencial de la oferta de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional .....	67
Gráfica 6. Proyección por método regresión logarítmica de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá .....	69
Gráfica 7. Demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional.....	70
Gráfica 8. Proyección por método de regresión lineal demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional .....	72
Gráfica 9. Regresión polinómica de la oferta de programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional.....	85
Gráfica 10. Regresión potencial de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá.	86
Gráfica 11. Histograma de frecuencias de asignaturas .....	95
Gráfica 12. Histograma de líneas de profundización.....	97
Gráfica 13. Duración de programas de ingeniería aeroespacial.....	99
Gráfica 14. Número de profesores por perfil en universidades internacionales seleccionadas.....	101
Gráfica 15. Número de profesores por perfil en universidades internacionales seleccionadas teniendo en cuenta exclusiones .....	102
Gráfica 16. Número de laboratorios en universidades internacionales seleccionadas ...	103
Gráfica 17. Distribución de los títulos académicos de los profesores .....	111
Gráfica 18. Histograma de laboratorios en universidades internacionales seleccionadas .....	113
Gráfica 19. Requerimientos de inversión - escenario 3.....	166
Gráfica 20. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 1 .....	169
Gráfica 21. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 1.....	169
Gráfica 22. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 1 .....	170
Gráfica 23. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 2 .....	170
Gráfica 24. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 2.....	171
Gráfica 25. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 2 .....	171
Gráfica 26. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 3 .....	172
Gráfica 27. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 3.....	172
Gráfica 28. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 3 .....	173
Gráfica 29. Análisis de sensibilidad del número de estudiantes .....	192
Gráfica 30. Análisis de sensibilidad del valor de la matrícula .....	193
Gráfica 31. Análisis de sensibilidad del <i>overhead</i> .....	194
Gráfica 32. Punto de Equilibrio - Valor de matrícula.....	195
Gráfica 33. Punto de Equilibrio – Número de estudiantes .....	196

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Proyecto Institucional Escuela .....	17
Ilustración 2. Estructura orgánica Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	19
Ilustración 3. Talento humano - equipo de profesores de la Escuela .....	21
Ilustración 4. Talento humano de la Escuela.....	22
Ilustración 5. Situación de los acuerdos internacionales relativos a las actividades en el espacio ultraterrestre .....	32
Ilustración 6. Análisis de las cinco fuerzas de <i>Porter</i> .....	47
Ilustración 7. Proceso para la creación de programas académicos.....	88
Ilustración 8. Plan de estudios según frecuencias de asignaturas .....	109
Ilustración 9. Distribución de títulos académicos en la Escuela.....	111
Ilustración 10. Plan de estudios recomendado parte 1.....	115
Ilustración 11. Plan de estudios recomendado parte 2.....	116
Ilustración 12. Líneas de profundización propuestas .....	117
Ilustración 13. Estructura Decanatura Ingeniería Electrónica.....	118
Ilustración 14. Imagen satelital del campus de la Escuela .....	122
Ilustración 15. Política de Gestión Ambiental de la Escuela.....	125
Ilustración 16. Estructura equipo de ejecución del proyecto.....	149
Ilustración 17. Estructura operación del producto del proyecto .....	150
Ilustración 18. Oficina recomendada de la decanatura .....	151
Ilustración 19. Distribución inversión en el escenario 1 .....	164
Ilustración 20. Distribución inversión en el escenario 2.....	165

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Identificación de los <i>Stakeholders</i> .....	5
Tabla 2. Escala de prioridad de calificación de <i>Stakeholders</i> .....	9
Tabla 3. Clasificación de <i>Stakeholders</i> .....	10
Tabla 4. Necesidades de los <i>stakeholders</i> .....	11
Tabla 5. Proceso de producción de los productos del proyecto .....	14
Tabla 6. Alineación estratégica del proyecto.....	41
Tabla 7. Competidores potenciales.....	48
Tabla 8. Oferta por número de cupos de productos similares y sustitutos no perfectos a nivel nacional.....	52
Tabla 9. Oferta por número de estudiantes admitidos en productos similares y sustitutos no perfectos a nivel nacional .....	52
Tabla 10. Oferta por número de estudiantes matriculados en productos sustitutos no perfectos a nivel latinoamericano.....	53
Tabla 11. Localización de los oferentes nacionales respecto al área de consumo.....	54
Tabla 12. Localización de los oferentes latinoamericanos respecto al área de consumo .	55
Tabla 13. Número de estudiantes inscritos en productos similares y sustitutos no perfectos a nivel nacional.....	57
Tabla 14. Oferta por número de estudiantes inscritos de productos sustitutos no perfectos a nivel nacional.....	57
Tabla 15. Participación de la Escuela en el mercado .....	58
Tabla 16. Composición demográfica por departamento .....	59
Tabla 17. Estratificación socioeconómica de los clientes .....	60
Tabla 18. Calificación estilo de vida .....	61
Tabla 19. Distribución de la población de entre 16 y 21 años .....	61
Tabla 20. Tendencia de la demanda en número de estudiantes .....	62
Tabla 21. Total admitidos en programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional.....	65
Tabla 22. Proyección por método de regresión potencial oferta de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional .....	66
Tabla 23. Información disponible estudiantes matriculados en Latinoamérica .....	67
Tabla 24. Proyección por método de regresión logarítmica de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá .....	69
Tabla 25. Total inscritos en programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional.....	70
Tabla 26. Proyección por método de regresión lineal demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional .....	71
Tabla 27. Deserción acumulada estudiantil por áreas de conocimiento en Colombia .....	72
Tabla 28. Tasas de permanencia Escuela .....	73
Tabla 29. Resumen hallazgos estrategias de comercialización competencia nacional ....	74
Tabla 30. Hallazgos estrategia de comercialización de la Escuela .....	75
Tabla 31. Colegios calendario A y B en los departamentos de Antioquia, Santander y Cundinamarca .....	78

Tabla 32. Conclusión de demanda atendida .....	79
Tabla 33. Número total de estudiantes matriculados por año .....	79
Tabla 34. Recomendación estudiantes por cohorte .....	80
Tabla 35. Conclusión de la estrategia de comercialización de la competencia .....	80
Tabla 36. Estrategia de comercialización recomendada .....	82
Tabla 37. Ingreso del estudio de mercado .....	84
Tabla 38. Inversiones del estudio de mercado.....	84
Tabla 39. Gastos del estudio de mercado.....	84
Tabla 40. Núcleo de Formación Común Institucional .....	91
Tabla 41. Núcleo de Formación por Campo del Conocimiento .....	92
Tabla 42. Número de universidades analizadas por continente .....	93
Tabla 43. Universidades internacionales seleccionadas .....	93
Tabla 44. Histograma de frecuencias de líneas de profundización .....	95
Tabla 45. Duración del programa en Universidades seleccionas .....	97
Tabla 46. Relación entre estudiantes y profesores universidades internacionales .....	100
Tabla 47. Recomendaciones de expertos.....	104
Tabla 48. Puntuación de alternativas para cada variable .....	107
Tabla 49. Puntuación ponderada de alternativas para cada variable y total.....	107
Tabla 50. Asignaturas con mayores frecuencias.....	108
Tabla 51. Laboratorios con mayores frecuencias.....	112
Tabla 52. Relación entre asignaturas y laboratorios propuestos.....	120
Tabla 53. Inversiones del estudio técnico .....	123
Tabla 54. Gastos del estudio técnico .....	123
Tabla 55. Sistema biofísico analizado.....	125
Tabla 56. Identificación de actividades en las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto .....	126
Tabla 57. Identificación de actividades en un proceso típico de construcción .....	126
Tabla 58. Identificación de aspectos e impactos ambientales en un proceso típico de construcción .....	127
Tabla 59. Identificación de aspectos e impactos ambientales en las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto .....	129
Tabla 60. Metodología de evaluación de impactos .....	131
Tabla 61. Evaluación de impactos ambientales .....	133
Tabla 62. Impactos ambientales negativos relevantes para ejecución del proyecto.....	136
Tabla 63. Impactos ambientales negativos relevantes para la operación del producto del proyecto.....	136
Tabla 64. Impactos ambientales positivos relevantes .....	137
Tabla 65. Medidas de manejo ambiental para la ejecución del proyecto.....	138
Tabla 66. Medidas de manejo ambiental para la operación del producto del proyecto...	140
Tabla 67. Gastos del estudio ambiental .....	141
Tabla 68. Áreas estratégicas y de apoyo necesarias para la ejecución del producto del proyecto.....	145
Tabla 69. Áreas estratégicas y de apoyo necesarias para la operación del producto del proyecto.....	145
Tabla 70. Descripción cargos de personal académico y administrativo.....	145

Tabla 71. Costos estudio administrativo .....	152
Tabla 72. Supuestos básicos utilizados .....	153
Tabla 73. Identificación de beneficios y costos de proyecto .....	154
Tabla 74. Ingresos del estudio de mercado .....	156
Tabla 75. Gastos del estudio de mercado.....	156
Tabla 76. Inversiones del estudio técnico .....	157
Tabla 77. Salarios de personal docente.....	157
Tabla 78. Gastos del estudio técnico .....	158
Tabla 79. Inversiones del estudio ambiental .....	159
Tabla 80. Costos estimados proceso de integración.....	159
Tabla 81. Salarios de personal administrativo.....	160
Tabla 82. Cuantificación de beneficios y costos de proyecto .....	161
Tabla 83. Requerimientos de inversión - escenario 3 .....	165
Tabla 84. Alternativas de financiación con FINDETER .....	167
Tabla 85. Condiciones del crédito y amortización escenario 1 .....	174
Tabla 86. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 0 .....	175
Tabla 87. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 2 .....	175
Tabla 88. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 3 .....	176
Tabla 89. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 4 .....	177
Tabla 90. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 1.....	178
Tabla 91. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 1 .....	179
Tabla 92. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 1 .....	180
Tabla 93. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 2.....	181
Tabla 94. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 2 .....	182
Tabla 95. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 2 .....	183
Tabla 96. Flujo de caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 3 .....	184
Tabla 97. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 3 .....	185
Tabla 98. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 3.....	186
Tabla 99. Flujo de caja del proyecto por escenario analizado.....	188
Tabla 100. Tasa esperada de la Escuela.....	189
Tabla 101. WACC – escenario 1.....	189
Tabla 102. WACC – escenario 2.....	190
Tabla 103. WACC – escenario 3.....	190
Tabla 104. Indicadores financieros del proyecto .....	190
Tabla 105. Análisis de sensibilidad del número de estudiantes.....	191
Tabla 106. Análisis de sensibilidad del valor de la matrícula.....	192
Tabla 107. Análisis de sensibilidad del costo de ventas.....	193
Tabla 108. Punto de equilibrio - Valor matrícula .....	194
Tabla 109. Punto de equilibrio – Número de estudiantes .....	195
Tabla 110. Conclusiones de los parámetros financieros .....	196
Tabla 111. Estrategia de comercialización Universidad de Antioquia.....	209
Tabla 112. Estrategia de comercialización Universidad Pontificia Bolivariana .....	210
Tabla 113. Estrategia de comercialización Escuela de Aviación del Ejército.....	211
Tabla 114. Estrategia de comercialización Universidad de San Buenaventura .....	212
Tabla 115. Estrategia de comercialización Los Libertadores .....	213

Tabla 116. Estrategia de comercialización Universitaria de Investigación y Desarrollo ..	214
Tabla 117. Estrategia de comercialización Universidad Tecnológica Nacional - Facultad regional Haedo .....	215
Tabla 118. Estrategia de comercialización Universidad Nacional de la Plata.....	216
Tabla 119. Estrategia de comercialización Universidad nacional de San Martín.....	217
Tabla 120. Estrategia de comercialización Centro regional universitario Córdoba IUA ..	218
Tabla 121. Estrategia de comercialización Universidad Nacional de Córdoba .....	219
Tabla 122. Estrategia de comercialización Universidad del Valle (UNIVALLE) .....	220
Tabla 123. Estrategia de comercialización Universidad Federal de Minas Gerais.....	221
Tabla 124. Estrategia de comercialización Universidad de Brasilia.....	222
Tabla 125. Estrategia de comercialización Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) .....	223
Tabla 126. Estrategia de comercialización Universidade Federal de Uberlandia .....	224
Tabla 127. Estrategia de comercialización Universidade de Sao Paulo .....	225
Tabla 128. Estrategia de comercialización Universidad Paulista.....	226
Tabla 129. Estrategia de comercialización Universidade estadual paulista Julio de Mesquita Filho .....	227
Tabla 130. Estrategia de comercialización Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)	228
Tabla 131. Estrategia de comercialización Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)	229
Tabla 132. Estrategia de comercialización Universidad Nacional de Asunción .....	230
Tabla 133. Estrategia de comercialización UNEFA Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana .....	231
Tabla 134. Estrategia de comercialización Universidad de Concepción.....	232
Tabla 135. Estrategia de comercialización Academia Politécnica Aeronáutica Fuerza Aérea de Chile.....	233
Tabla 136. Estrategia de comercialización Universidad Autónoma de Chihuahua .....	234
Tabla 137. Estrategia de comercialización Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla .....	235
Tabla 138. Estrategia de comercialización Universidad Autónoma de Nuevo León .....	236
Tabla 139. Estrategia de comercialización Universidad Autónoma de Baja California ...	237
Tabla 140. Cronograma de ingreso de personal. ....	262

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Industria aeroespacial mundial .....	208
Anexo 2. Estrategia de comercialización de universidades nacionales .....	209
Anexo 3. Estrategia de comercialización de universidades latinoamericanas .....	215
Anexo 4. Academic Ranking of World Universities in Engineering/Technology and Computer Sciences - 2016 .....	239
Anexo 5. Universidades que imparten estudios de Ingeniería Aeroespacial .....	245
Anexo 6. Tabulación de frecuencias de asignaturas en las universidades internacionales .....	248
Anexo 7. Detalle perfil docentes en las universidades internacionales seleccionadas ...	256
Anexo 8. Detalle laboratorios en las universidades internacionales seleccionadas.....	257
Anexo 9. Procesos de reclutamiento, selección, ingreso y promoción. ....	258

## GLOSARIO

**Acreditación de Alta Calidad:** es el acto por el cual el Estado adopta y hace público el reconocimiento que los pares académicos hacen de la comprobación que efectúa una institución sobre la calidad de sus programas académicos, su organización y funcionamiento y el cumplimiento de su función social (Consejo Nacional de Acreditación, 1992).

**Análisis horizontal:** herramienta para interpretar y analizar los estados financieros que consiste, principalmente, en determinar la participación que tiene cada cuenta dentro del estado financiero analizado. El análisis vertical relaciona la participación porcentual de cada uno de los rubros de un estado financiero con un valor base determinado dentro del mismo estado.

**Análisis vertical:** herramienta para interpretar y analizar los estados financieros que consiste, principalmente, en determinar la participación que tiene cada cuenta dentro del estado financiero analizado. El análisis horizontal determina la variación absoluta o relativa que haya sufrido cada partida de los estados financieros en un periodo respecto a otro.

**Colfuturo:** es una institución sin ánimo de lucro que fue constituida en 1991 mediante una donación de 15 millones de dólares, realizada por empresas del sector privado y público. Tiene como objetivo principal orientar, financiar y apoyar la formación y capacitación de profesionales colombianos fuera del país, aportando así a la internacionalización del país y la apertura económica, social, cultural y política. Para esto, ha desarrollado sus programas de Crédito-beca, Consejería en Educación Internacional y Perfeccionamiento de Inglés (Colfuturo, 2017).

**Documento de anteproyecto:** documento cuyo objetivo es demostrar la factibilidad académica y financiera que justifica la creación del nuevo programa (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2016).

**Documento maestro:** documento que debe presentar las Instituciones de Educación Superior en los procesos de solicitud, renovación y/o modificación de Registro Calificado de programas académicos, donde se consigne la información que permita verificar el cumplimiento de cada una de las 15 condiciones de calidad establecidas en el Artículo 2.5.3.2.2.1. Evaluación de las condiciones de calidad de los programas, del Decreto 1075 de 2015 (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

**EciCiencia:** evento científico y cultural interuniversitario que se realiza anualmente en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, con el propósito de fomentar la ciencia, la innovación, la investigación y el emprendimiento, no solo en la Escuela, también en colegios, otras universidades, entidades del gobierno, y en el sector industrial y empresarial, favoreciendo las relaciones con todos ellos (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, n.d.).

**Estudiantes admitidos:** jóvenes que se inscribieron a una carrera profesional y fueron aceptados por la universidad para cursar dicha carrera.

**Estudiantes inscritos:** jóvenes que desean cursar una carrera profesional en la Escuela y que realizan el pago de la inscripción, la cual legaliza su postulación al programa académico de su elección.

**Estudiantes matriculados:** jóvenes que han sido admitidos en el programa de su elección y han efectuado el pago de la matrícula para iniciar semestre, por lo tanto se consideran estudiantes de la universidad.

**Google AdWords:** servicio y un programa de la empresa *Google* que se utiliza para ofrecer publicidad patrocinada a potenciales anunciantes.

**Google Display:** servicio de la empresa *Google* que se utiliza para ofrecer publicidad en un conjunto de más de dos millones de sitios web, videos y aplicaciones donde pueden aparecer sus anuncios de *AdWords*, llegando así al público adecuado para cada anuncio.

**Ingeniería aeroespacial:** rama de la ingeniería que se ocupa del diseño y fabricación de aeronaves y vehículos espaciales, así como del equipamiento que requieren. La denominación Aeroespacial empezó a utilizarse a finales de la década de 1950 para englobar los ámbitos de la Ingeniería Aeronáutica, relacionada con el diseño de sistemas que vuelan en la atmósfera, y la Ingeniería Espacial o Astronáutica, que se ocupa del diseño de sistemas que operan en el espacio exterior. La Ingeniería Aeroespacial se fundamenta en tecnologías avanzadas y sofisticadas, y sus productos finales deben de ser muy fiables, ligeros y eficientes, y además deben operar generalmente en un ambiente hostil (Universidad Carlos III de Madrid, n.d.).

**Krill:** orden de crustáceos que sirven como alimento fundamental de numerosas especies marinas.

**Plan de estudios:** esquema estructurado de las áreas obligatorias y fundamentales y de áreas optativas con sus respectivas asignaturas que forman parte del currículo de un establecimiento educativo y que deberá cursarse para cumplir un ciclo de estudios determinado o para obtener un título.

**Pre factibilidad:** estudio que define el marco de factores que rodean un proyecto mostrando las posibles alternativas y las condiciones a tener en cuenta para su desarrollo a partir de información secundaria. Incluye el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio ambiental, el estudio administrativo, el estudio de costos y financiación y la evaluación financiera, entre otros.

**Pregrado:** según la Real Academia Española, es el nivel de estudios posterior a la enseñanza media y anterior a la obtención de un grado académico o título profesional.

**Project Charter:** acta de constitución del proyecto, la cual reconoce formalmente el proyecto dentro de la Organización y le otorga al gerente del proyecto la autoridad para disponer de los recursos para su desarrollo.

**Proyecto de formación:** documento elaborado por el Grupo Base que expone el currículo del programa de pregrado que se desea implementar, así como sus principales características y coherencia con el Proyecto Educativo Institucional.

**Registro calificado:** es la licencia que el Ministerio de Educación Nacional otorga a un programa de Educación Superior cuando demuestra ante el mismo que reúne las condiciones de calidad exigidas la Ley 1188 del 25 abril 2008 y el Decreto 1295 del 20 de abril de 2010.

**SNIES:** sistema consolida y provee datos, estadísticas e indicadores sobre las instituciones de educación superior y los programas académicos aprobados por el Ministerio de Educación Nacional para luego ejercer funciones de planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia en el sector educativo del país (SNIES, 2017a).

**Stakeholder:** los interesados o *stakeholders* son todas aquellas personas u organizaciones que afectan o son afectadas por el proyecto, ya sea de forma positiva o negativa.

**Work Breakdown Structure:** estructura de Descomposición del Trabajo, es una estructura jerárquica y descendente formada por los entregables a realizar en un proyecto.

## ABREVIATURAS

**ARWU:** *Academic Ranking of World Universities de Shanghai.*

**CAN:** Comunidad Andina, organismo regional integrado por Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, cuyo objetivo principal es "alcanzar desarrollo integral, más equilibrado y autónomo, mediante la integración andina, suramericana y latinoamericana" (Comunidad Andina, 2010).

**CARICOM:** Comunidad del Caribe, organización integrada por quince (15) naciones del Caribe y dependencias británicas que se enfocan en "asuntos institucionales, facilitación del comercio, acceso a mercado de bienes y servicios, transporte y la solución de controversias comerciales regionales" (Cancillería, 2017).

**CCE:** Comisión Colombiana del Espacio, es un ente de consulta, coordinación y planificación de la política espacial nacional de Colombia, creado por el Decreto Presidencial 2442 del 18 de julio de 2006. (Ministerio de relaciones exteriores, 2006)

**CITA:** Centro de Investigación en Tecnología Aeronáutica.

**CITAE:** Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales.

**Colciencias:** Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.

**CONPES:** Consejo Nacional de Política Económica y Social.

**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

**EA:** Efectivo anual, se refiere a la tasa de interés que calcula el costo o valor de interés esperado en un plazo de un año.

**EFTA:** Asociación Europea de Libre Comercio, organización intergubernamental integrada por Islandia, Liechtenstein, Noruega y Suiza y "establecida para la promoción del libre comercio y la integración económica en beneficio de sus Estados miembros" (Ministerio de Economía, n.d.).

**Escuela:** Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

**Est:** estudiante.

**Fis:** físico.

**Glgo:** Geólogo.

**GPS:** *Global Positioning System.*

**IAEP:** Identificación y Alineación Estratégica del Proyecto.

**ICETEX:** Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior, "es una entidad del Estado que promueve la Educación Superior a través del otorgamiento de créditos educativos y su recaudo, con recursos propios o de terceros, a la población con menores posibilidades económicas y buen desempeño académico. Igualmente, facilita el acceso a las oportunidades educativas que brinda la comunidad internacional para elevar la calidad de vida de los colombianos y así contribuir al desarrollo económico y social del país" (ICETEX, n.d.).

**ICF:** *ICF International, Inc. "is a consulting business that helps industries as well as government agencies in the United States and Europe with data, insights, and deep implementation expertise they need to deliver results that matter to consumers, citizens, and communities"* (ICF, n.d.).

**Ing:** Ingeniero o Ingeniería, según contexto.

**IPC:** Índice de Precios al Consumidor, "mide la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un período base" (Banco de la República de Colombia, 2017).

**Ldo:** Licenciado.

**Mat:** Matemáticas.

**MEN:** Ministerio de Educación Nacional.

**MERCOSUR:** Mercado Común del Sur, "es un proceso de integración regional instituido inicialmente por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay al cual en fases posteriores se han incorporado Venezuela\* y Bolivia" y cuyo objetivo principal es "propiciar un espacio común que generara oportunidades comerciales y de inversiones a través de la integración competitiva de las economías nacionales al mercado internacional" (MERCOSUR, n.d.).

**MIT:** *Massachusetts Institute of Technology*, universidad privada localizada en *Cambridge, Massachusetts*, reconocida mundialmente como la mejor universidad durante siete años consecutivos (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018) por el *QS World University Rankings*.

**MRO:** *Maintenance, repair, and operations*.

**NASA:** *National Aeronautics and Space Administration*, es la agencia del gobierno estadounidense responsable del programa espacial civil, de la investigación aeronáutica y aeroespacial.

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

**ODI:** Oficina de Desarrollo Institucional de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

**RCD:** residuos de construcción y demolición.

**SACES:** Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, "creado para que las Instituciones de Educación Superior (IES) realicen de forma automática los trámites asociados al proceso de Registro Calificado y de tipo institucional" (Ministerio de Educación, 2016).

**SENA:** Servicio Nacional de Aprendizaje, establecimiento público del orden Nacional y con autonomía administrativa, adscrito al Ministerio del Trabajo que "ofrece formación gratuita a millones de colombianos que se benefician con programas técnicos, tecnológicos y complementarios que enfocados en el desarrollo económico, tecnológico y social del país, entran a engrosar las actividades productivas de las empresas y de la industria, para obtener mejor competitividad y producción con los mercados globalizados" (SENA, n.d.).

**SINA:** Sistema Nacional Ambiental, según la Ley 99 de 1993, es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la ley 99 de 1993. El SINA está integrado por el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales, las Entidades Territoriales y los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio. El Consejo Nacional Ambiental tiene el propósito de asegurar la coordinación intersectorial en el ámbito público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá, 2016).

**SNIES:** Sistema Nacional de Información de la Educación Superior.

**TIC:** Tecnología de Información y Comunicación.

**UAS:** *Unmanned Aerial Systems*, en español sistemas aéreos no tripulados.

**UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

**UNOOSA:** Organización de las Naciones Unidas mediante la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre.

**WBS:** *Work Breakdown Structure*.

## RESUMEN EJECUTIVO

### GENERALIDADES

La industria aeroespacial ha desarrollado infinidad de tecnologías que han sido primordiales en los avances tecnológicos y han mejorado la calidad de vida de las personas. Gracias a estos adelantos contamos hoy en día con el velcro, los lentes de contacto, teléfonos inteligentes con mayor capacidad de almacenamiento, drones, impresoras en 3D, micro sensores y materiales más resistentes, entre otros.

Colombia ha identificado en la industria aeroespacial una oportunidad de crecimiento económico y ha aunado esfuerzos para incentivar el desarrollo espacial en el país. A pesar de estos esfuerzos, no ha podido establecer una industria reconocida a nivel latinoamericano y mundial; y aún se encuentra en atraso tecnológico frente a otros países de la región.

El presente documento contiene los resultados obtenidos en el Trabajo de Grado titulado “elaboración del estudio de pre factibilidad para la creación del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito”, como resultado de la investigación y aplicación de los conocimientos y herramientas adquiridas en la Especialización en Gerencia y Desarrollo Integral de Proyectos.

### PERFIL DEL PROYECTO

El proyecto se emprende como iniciativa de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, se encuentra enmarcado en la filosofía institucional de la organización y su propósito principal es contribuir al desarrollo de nuevos campos y áreas del conocimiento principalmente relacionadas con la Ingeniería Aeroespacial en Colombia, fortaleciendo la cultura académica institucional enmarcada en la excelencia, promoviendo la vocación de servicio a la comunidad y creando ideas innovadoras que busquen el perfeccionamiento de las habilidades del ser humano y que favorezca el desarrollo económico y social del país.

Como resultado del análisis del entorno PESTA, se obtuvo:

Político: el Gobierno ha formulado diferentes estrategias y normatividad tendiente a promover el crecimiento tecnológico en el país mediante el desarrollo aeroespacial, por lo tanto existe un sustento político para impulsar el proyecto. En primera instancia, la Constitución Política de Colombia establece que también hacen parte de los límites territoriales de Colombia el espacio aéreo y el segmento de la órbita geoestacionaria, por lo tanto es su deber administrarlos. El Plan Nacional de Desarrollo del actual presidente, Juan Manuel Santos Calderón, enfatiza en la necesidad de promover el desarrollo de la capacidad científico-técnica del país a través de la creación de la Agencia Nacional del Espacio. Otros documentos como el CONPES 3683 de 2010, el Decreto 823 del 2017 de la Presidencia de la República y el informe de gestión del Instituto Geográfico Agustín Codazzi también destacan la importancia de impulsar programas para promover el desarrollo aeroespacial del país.

**Económico:** a nivel regional, el sector aeroespacial ha tenido desarrollos económicos favorables que propician un entorno saludable para la entrada del país al sector y, por lo tanto, existe un sustento económico para impulsar el proyecto. El aumento en la demanda de viajes aéreos pronostica un crecimiento anual del mercado aeronáutico del 4,7% entre 2015 y 2025. Además, en el ámbito educativo, el incremento del presupuesto del Ministerio de Educación Nacional de Colombia y el inicio de la cuarta convocatoria del programa insignia del Gobierno Nacional, Ser Pilo Paga, establecen un entorno económico conveniente para el proyecto.

**Social:** las políticas recientes en educación en Colombia han permitido que un mayor porcentaje de la población tenga acceso a los diferentes niveles educativos, no obstante, se sigue presentando desigualdad y el panorama laboral es complejo, debido principalmente, a que la gran mayoría de los profesionales colombianos no cumplen con los requerimientos básicos que solicitan las empresas y éstas han decidido contratar profesionales extranjeros.

**Tecnológico:** el acelerado crecimiento tecnológico por el que atraviesa el mundo moderno acerca cada vez más la tecnología a las personas. A nivel nacional, la Fuerza Aérea Colombiana ha dado grandes pasos con la inauguración del Centro de Investigación en Tecnología Aeroespacial y el desarrollo de proyectos para realizar lanzamientos de sondas y nanosatélites colombianos. Estos avances, aunque mínimos en comparación con las superpotencias tecnológicas, generan un sustento tecnológico para impulsar el proyecto.

**Ambiental:** a nivel global la industria aeroespacial se ha visto afectada por normativas ambientales cada vez más estrictas, que han obligado a desarrollar motores y sistemas de propulsión más eficientes y menos contaminantes y materiales más livianos para aumentar la eficiencia energética de los aviones. A nivel nacional, el Decreto 1076 de 2015 reglamenta la licencia ambiental para la ejecución de proyectos que afecten el medio ambiente, sin embargo, dada la naturaleza de integración del proyecto a la organización, este no requiere la expedición de una licencia ambiental.

## **IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO**

El proyecto se encuentra alineado con el Plan de Desarrollo Institucional 2016-2025 de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 del Gobierno de Juan Manuel Santos, el Programa Presidencial para el Desarrollo Espacial Colombiano y el Plan Estratégico Institucional 2015- 2018 de Colciencias.

## **FORMULACIÓN**

La etapa de formulación expone de manera clara y precisa los aspectos importantes que determinan la ejecución del proyecto.

En este aparte, se presentan los resultados más importantes de la formulación en cuanto al estudio de mercado, estudio técnico, estudio ambiental, estudio administrativo y estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiación.

## Estudio de mercado

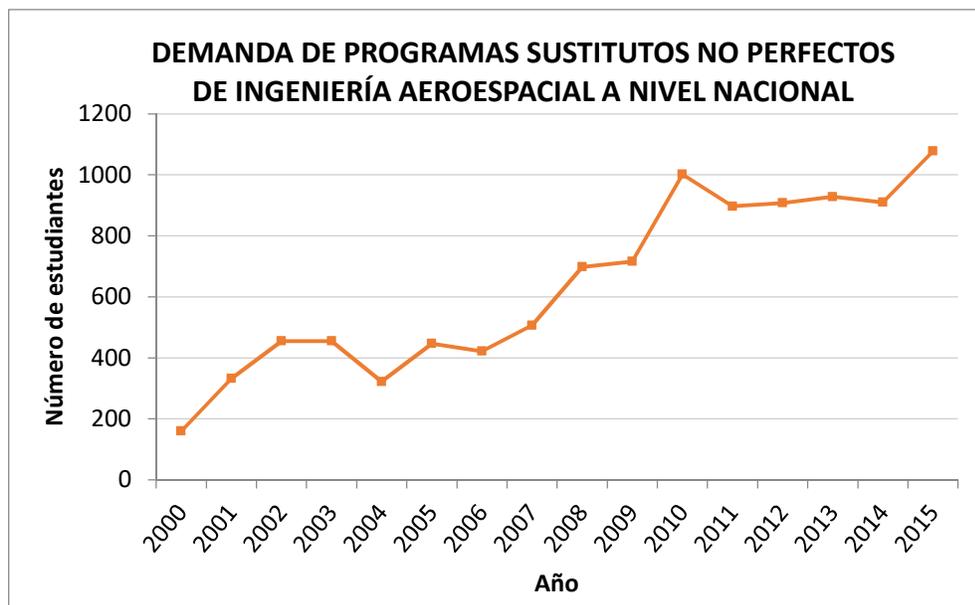
A nivel nacional, la oferta de programas de pregrado en Ingeniería Aeroespacial es reducida, lo que ha permitido que ingresen al mercado productos sustitutos no perfectos como la Ingeniería Aeronáutica, y en menor medida, la Astronomía. Del amplio número de instituciones de educación superior, tan solo la Universidad de Antioquia ofrece el programa de pregrado en Ingeniería Aeroespacial, por lo que la competencia actual está dada por un solo agente. Sin embargo, un amplio grupo de competidores potenciales, caracterizados por una gran trayectoria en ciencias e ingeniería, podrían ingresar al mercado.

En Latinoamérica, la oferta de este mismo programa es un poco más amplia y está representada por cinco (5) universidades localizadas en países que son potencias regionales de la industria aeroespacial (Brasil y México).

La siguiente gráfica resume la oferta total consolidada e histórica, a nivel nacional, de los programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial ofrecidos por las instituciones de educación superior.



La siguiente gráfica resume la demanda total consolidada e histórica, a nivel nacional, de los programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial ofrecidos por las instituciones de educación superior.



El estudio identificó que existe una estacionalidad entre el número de estudiantes inscritos en el primer y segundo semestre de cada año, siendo mucho mayor el número de inscritos en el primer semestre. Esto se debe a la diferencia entre el número de colegios de calendario A<sup>1</sup> y calendario B<sup>2</sup> existentes en el país y la cantidad de bachilleres graduados de cada uno.

Del análisis realizado de la oferta y la demanda, se identificó que para el año 2019 habrá una demanda en Colombia de 1290 estudiantes. De esta demanda, el proyecto atenderá una demanda potencial aproximada al 4%, lo que equivale a 50 estudiantes matriculados en el primer año, distribuidos en 30 estudiantes en el primer semestre y 20 estudiantes en el segundo semestre, dada la estacionalidad identificada.

El estudio recomendó realizar la estrategia de comercialización de la siguiente forma:

- El programa de Ingeniería Aeroespacial tendrá como factor diferenciador tres (3) líneas de profundización en vuelo atmosférico, vuelo espacial y aviación aplicada.
- Dirigida a bachilleres entre los 16 y 21 años que estén en la búsqueda de una carrera profesional y estén interesados en estudiar un pregrado en Ingeniería Aeroespacial.
- La Escuela, es la única Institución Universitaria de Alta Calidad que, gracias a su filosofía institucional, cuenta con un valor de matrícula diferencial para las carreras profesionales, el valor sugerido para el año 2019 está entre \$4.382.000 a \$10.674.000.

---

<sup>1</sup> Periodo escolar iniciando a principios de febrero y finalizando a mediados de noviembre, con receso de un mes entre junio y julio. (Perilla, 2002)

<sup>2</sup> Periodo escolar iniciando en septiembre y finalizando en junio, con receso de un mes en diciembre. (Perilla, 2002)

- La publicidad se realizará a través de dos (2) frentes: el primero, utilizará los programas de la Escuela, tales como Encuentro de Colegios, las visitas a colegios, ferias en las ciudades y el Open Day y realizará participación en plataformas como la Feria del Libro, ExpoEstudiantes y ExpoTecnología, el segundo frente realizará publicidad digital en *Facebook*, *Youtube* y *Google (Adwords y display)*, patrocinios en televisión por cable y un lanzamiento oficial del programa.
- Las promociones ya establecidas por la Escuela, aplicarán al nuevo programa de Ingeniería Aeroespacial.

### Estudio técnico

El plan de estudios propuesto para el programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial cuenta 188 créditos distribuidos en diez (10) semestres, los cuales integran el ciclo básico de la Escuela y los nuevos cursos. Cuenta, además, con líneas de profundización en vuelo atmosférico, aviación aplicada y vuelo espacial, las cuales están alineadas con un enfoque internacional que promueve el desarrollo económico, social, científico y técnico del país y se fundamentan en las recomendaciones de expertos.

El plan de estudios del programa comprende los siguientes temas:

MALLA CURRICULAR	
<b>Ciclo Fundamental</b>	Précalculo
	Análisis geométrico
	Fundamentos de física
	Fundamentos de química
	Fundamentos de comunicación 1
<b>Ciclo básico</b>	Cálculo diferencial
	Álgebra lineal
	Física mecánica y de fluidos
	Química
	Deporte dirigido
	Física del electromagnetismo
	Colombia: Realidad e instituciones políticas
	Física de calor, ondas y estructuras atómicas
<b>Cursos</b>	Introducción a la ingeniería mecánica
	Sistemas de posicionamiento global
	Historia de la exploración espacial y geopolítica
	Sistemas de control digital y eléctrico
	Ingeniería de combustión
	Ingeniería de sistemas espaciales
	Astronomía
	Elementos finitos
	Ingeniería de sistemas espaciales
	Fundamentos de desarrollo y gerencia de proyectos
	Propulsión aeroespacial
	Energías alternativas
<b>Electivas técnicas</b>	
<b>Vuelo atmosférico</b>	Astrodinámica
	Meteorología aeronáutica y ambiente espacial
	Vehículos aéreos no tripulados

<b>MALLA CURRICULAR</b>	
<b>Aviación aplicada</b>	Aviónica
	Operación de aeronaves
	Navegación y control de vehículos aéreos
<b>Vuelo espacial</b>	Astronáutica
	Diseño aeroespacial
	Operación de misiones espaciales

En cuanto a requerimientos de docentes, se planteó la contratación de ocho (8) docentes para dictar los nuevos cursos y mantener la relación existente en la Escuela entre docentes y estudiantes de 10:1

En cuanto al perfil profesional de los docentes, se identificó la importancia de contar con profesores con estudios a nivel de doctorado en los programas internacionales analizados. Si bien, esta es la primera recomendación para la Escuela, es importante mencionar que la Escuela cuenta con pocos profesores con este nivel de estudios y que su contratación es bastante costosa, por lo que se recomienda que el programa de Ingeniería Aeroespacial cuente con la mayor cantidad posible de profesores con estudios de maestría.

Los requerimientos de obras físicas se relacionan con la construcción del edificio y la dotación de laboratorios de aerodinámica supersónico, control automático de vuelo, propulsión de motor turbohélice, estructuras aeronáuticas, aviónica, sistemas de navegación, sistemas generales del avión, laboratorio virtual STK y banco de pruebas.

### **Estudio ambiental**

Las actividades requeridas para la creación del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, generan afectaciones positivas y negativas en el entorno medioambiental y social.

En la etapa de ejecución del proyecto, los principales impactos se relacionan con la actividad de construcción de los laboratorios y su afectación sobre el suelo, el agua y el aire, el agotamiento de los recursos naturales, la pérdida de cobertura vegetal y la alteración paisajística. Estos impactos serán manejados de conformidad con la Política de la Escuela y el Plan de Manejo Ambiental establecido por la empresa contratista a la cual se adjudique el proyecto de construcción y sus costos asociados deberá estar contemplados en el costo total, de acuerdo a las buenas prácticas de la ingeniería.

En la etapa de operación del producto del proyecto, los principales impactos negativos se relacionan con la operación normal de la institución y su afectación sobre el suelo, el agua y el agotamiento de los recursos naturales. Sin embargo, teniendo en cuenta la misión educativa de la Escuela y el número de estudiantes con los que cuenta, se concluye que los impactos ambientales negativos derivados de esta etapa no generan cambios medioambientales mayores y diferentes a los ya ocasionados en el entorno por la operación normal de la institución. Por tal razón, la operación del producto del proyecto no genera impactos negativos importantes para el medio ambiente y no considera la realización de un Plan de Manejo Ambiental.

En cuanto a los impactos ambientales positivos de la etapa de operación del producto del proyecto, se identificaron la generación de conocimiento, la generación de oportunidades laborales, la generación de condiciones ergonómicas derivadas de la adecuación de la Decanatura del programa, el bienestar educativo y la generación de actividad económica para el país.

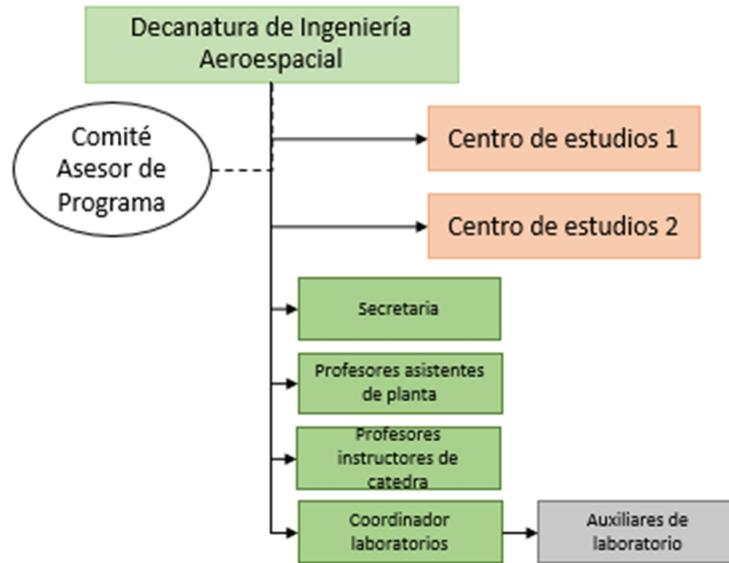
### Estudio administrativo

De acuerdo con las funciones académicas universitarias consignadas en el documento Lineamiento de Políticas Institucionales del 25 de agosto de 2008 que establecen que la Escuela “diversifica su actividad académica a partir de la ampliación de ofertas novedosas de pregrado...” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008), se integrará el programa de Ingeniería Aeroespacial a la oferta actual de pregrados, de esta forma, el nuevo programa deberá cumplir con la filosofía institucional de la Escuela y demás reglamentaciones.

En cuanto a la estructura organizacional de la etapa de ejecución del proyecto se definió la siguiente estructura.



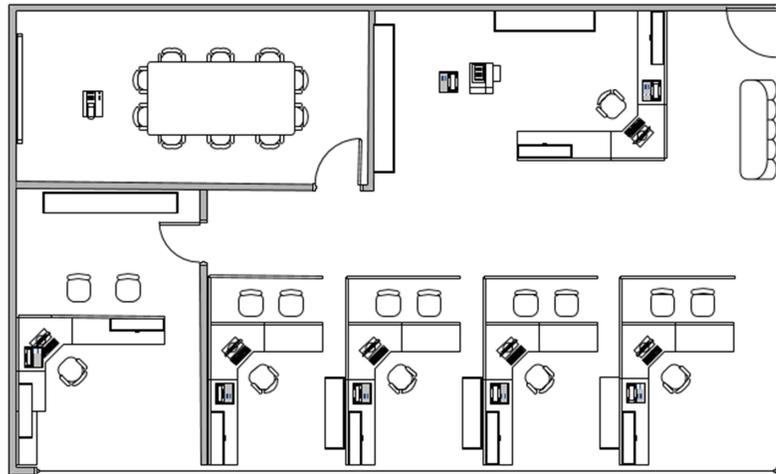
Para la etapa de operación del producto del proyecto, se recomendó la siguiente estructura organizacional:



El personal recomendado para la decanatura del programa se muestra a continuación.

CARGO	FORMACIÓN Y EXPERIENCIA	CANTIDAD
<b>Decano</b>	Tener como mínimo título profesional en el área en la que se va a desempeñar y experiencia en docencia universitaria no inferior a cinco (5) años, adquirida preferiblemente en la Escuela. Inglés nivel intermedio.	1
<b>Profesor asistente</b>	Poseer título de doctor o su equivalente en el área de trabajo respectiva. (para otras equivalencias del requisito remitirse al perfil del cargo)	4
<b>Profesor instructor</b>	Tener como mínimo título de especialista o su equivalente y dos años adicionales de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva. (para otras equivalencias del requisito remitirse al perfil del cargo)	4
<b>Secretaria</b>	Tener como mínimo título técnico en Secretariado y dos (2) años de experiencia en cargos similares.	1
<b>Coordinador de laboratorio</b>	Profesional en Ingeniería Industrial con posgrado en Procesos y Materiales, Ambiental, Producción, Administración o programas afines al área en la que se va a desempeñar, con experiencia no inferior a dos (2) años.	1
<b>Auxiliar de laboratorio</b>	Tener como mínimo título técnico en área en la que se va a desempeñar y dos (2) años de experiencia en cargos similares.	2

El requerimiento de obras físicas contempla la construcción y dotación de la Decanatura de Ingeniería Aeroespacial. La distribución recomendada de las oficinas de la Decanatura del programa se muestra a continuación:



### **Estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento**

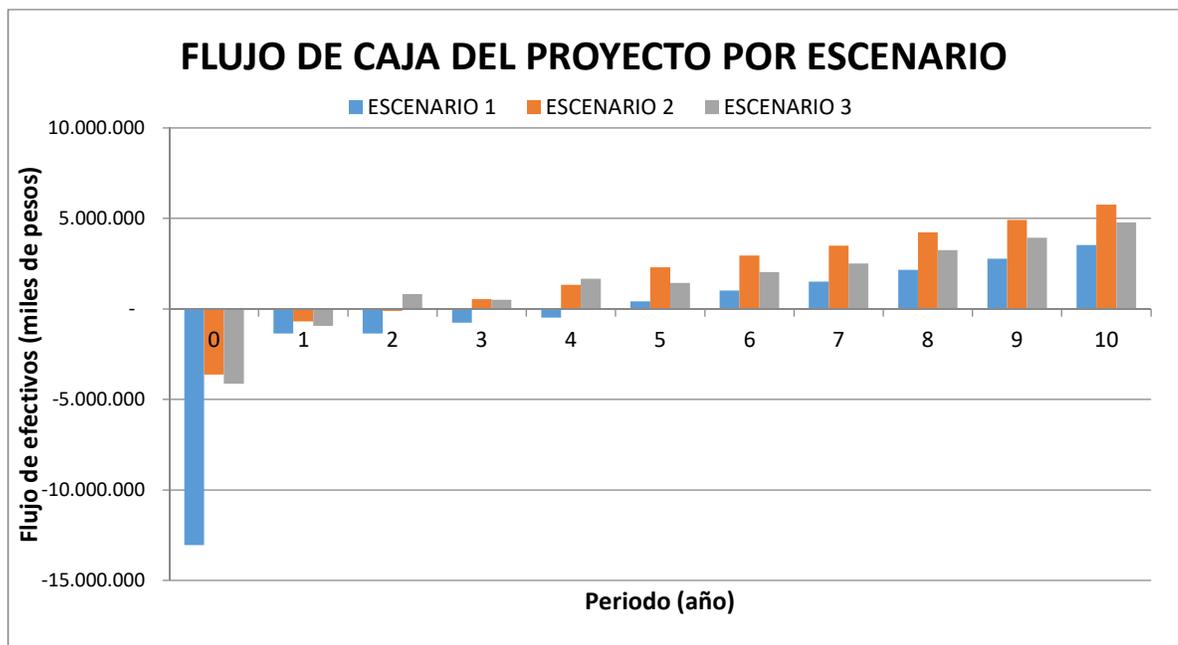
Se definió un tiempo de ejecución del proyecto de dos (2) años a partir del 2017 y un horizonte de planeación de diez (10) años para la operación del producto del proyecto.

Los ingresos del proyecto se relacionan principalmente con los derechos de inscripción, el pago por matrícula y los derechos de grado. Las inversiones comprenden la construcción y dotación de laboratorios, dotación de la oficina de la Decanatura y adquisición de recursos bibliográficos, software especializado y licencias. Por otra parte, los costos corresponden a la contratación de docentes y personal técnico.

Los gastos, se ven reflejados en la publicidad requerida para la estrategia de comercialización, el registro ante el Ministerio de Educación Nacional, la suscripción a revistas especializadas, los gastos de papelería, el mantenimiento de laboratorios, la ceremonia de graduación, los gastos de monitoreo ambiental y elaboración de estudios, la contratación del equipo del proyecto y las actividades de reclutamiento, selección, contratación, inducción, capacitación y desarrollo del personal administrativo requerido.

Con base en los ingresos y egresos totales se elaboró el flujo de caja del proyecto para tres (3) escenarios diferentes. El primero contempló una inversión total, principalmente dada por la construcción del edificio y la dotación de laboratorios, en el primer año y sus respectivas obligaciones financieras cargadas exclusivamente al programa de Ingeniería Aeroespacial. El segundo escenario se elaboró con base en la información suministrada por el Dr. Mauricio Vela, en donde la construcción de edificios y dotación de laboratorios no se carga a ningún programa de la Escuela. Finalmente, para el tercer escenario se tuvo en cuenta una inversión distribuida de acuerdo a la necesidad de laboratorios durante los primeros años del programa.

El estudio recomendó aplicar el segundo escenario al proyecto, puesto que tiene en cuenta las consideraciones del Dr. Mauricio Vela, Vicerrector Administrativo. A continuación se presenta el flujo de caja.



Tal como muestra la gráfica superior, el primer escenario presenta la mayor inversión para el año 0 y flujos positivos a partir del quinto año. El segundo escenario presenta una inversión más baja y flujos positivos a partir del tercer año, mientras que el tercer escenario comprende una inversión intermedia y flujos positivos a partir del segundo año.

Es importante resaltar que de acuerdo con las proyecciones realizadas, las obligaciones financieras derivadas de las inversiones del tercer escenario no se cancelan en su totalidad en los diez (10) primeros años de operación del programa.

## EVALUACIÓN FINANCIERA

Con base en los flujos de caja elaborados en el estudio de costos, se calcularon los parámetros de evaluación financiera, a partir de cuyos resultados se definió la viabilidad financiera del proyecto.

Los parámetros utilizados para la evaluación financiera fueron VPN y TIR. A partir de esto, los parámetros obtenidos fueron:

ESCENARIO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RESULTADO	CONCLUSIÓN
1	VPN > 0	-11.874.751	NO VIABLE
	TIR > WACC	TIR: -0,99% WACC: 12,41%	NO VIABLE
2	VPN > 0	4.026.615	VIABLE
	TIR > WACC	TIR: 24,14% WACC: 16,32%	VIABLE
3	VPN > 0	2.295.115	VIABLE

ESCENARIO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RESULTADO	CONCLUSIÓN
	TIR > WACC	TIR: 20,73% WACC: 16,32%	VIABLE

Los resultados de la tabla concluyen que el proyecto es financieramente viable en las condiciones dadas y con los supuestos definidos para los escenarios 2 y 3.

Adicionalmente se identificaron como variables de sensibilidad el valor de la matrícula, el número de estudiantes en el primer año y el *overhead*.

Realizando el análisis de sensibilidad, se evidenció que las variables de mayor criticidad son el precio de la matrícula y el número de estudiantes, pues con variaciones negativas de 30%, el proyecto se vuelve inviable.

Finalmente, teniendo en cuenta la sensibilidad de las variables críticas se determinó que la matrícula debe tener un valor mínimo de \$5.347.210 para que el proyecto sea viable. Del mismo modo el valor límite para el número de estudiantes en el primer año es de 53 estudiantes.

Es importante mencionar las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo del presente estudio de pre factibilidad. La escasez de información para definir la oferta y la demanda reales del programa y para determinar los equipos y la infraestructura necesaria para la instalación de los laboratorios, dificultaron la definición de los costos asociados. Basados en esto, los autores recomiendan continuar con el estudio a nivel de factibilidad con el ánimo de afinar costos y beneficios particularmente originados del estudio de mercado y el estudio técnico, puesto que este último depende estrictamente del enfoque seleccionado por la Escuela al programa de Ingeniería Aeroespacial.

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías desarrolladas por la exploración espacial han alcanzado un papel fundamental en los avances tecnológicos de la humanidad y han puesto a disposición de las personas herramientas como el *GPS*, la realidad virtual, la telemedicina, el velcro, los lentes de contacto, el láser y otros objetos corrientes que hoy no existirían sin la exploración espacial (Diario La Información, 2016).

La industria aeroespacial ha promovido desde sus inicios un rápido cambio tecnológico, que se ha visto representado en un uso masivo de tecnologías como los teléfonos inteligentes con cada vez mayor capacidad, la utilización de drones, el procesamiento de datos y minería de la información, impresoras en 3D, robótica, micro sensores y baterías cada vez más pequeñas y potentes, nuevo materiales y conocimientos cada vez más importantes en biomedicina (Madridmasd.org, 2008), lo que plantea retos a la sociedad, beneficios para la humanidad y oportunidades para aprovechar por parte de gobiernos, puesto que los países que poseen esta tecnología la catalogan como decisiva para sus estrategias y para la creación de políticas e incentivos que impulsen el desarrollo económico, social, cultural y tecnológico de sus naciones (Rodríguez Audor, 2014).

En Colombia, se han aunado esfuerzos para incentivar el desarrollo espacial, entre los cuales se destaca la creación de la Comisión Colombiana del Espacio mediante el Decreto 2442 de 2006, la promulgación del CONPES 3683 y el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, que exigen la implementación de políticas que promuevan este tipo de desarrollo. Sin embargo, y a pesar de dichos esfuerzos, el país se encuentra en atraso tecnológico y de desarrollo a nivel regional, en comparación con países como Brasil y México que son líderes en el sector aeroespacial latinoamericano, y afronta la falta de información espacial que lo ubica fuera de las tendencias globales en una era de avances espaciales.

La industria aeroespacial local se ha desarrollado en la última década alrededor de cuatro clústeres que operan diferentes regiones del país: Bogotá, Cali, Dosquebradas (Risarcaldá) y Rionegro (Antioquia). En estos clústeres participan empresas dedicadas a prestar servicios de entrenamiento, mantenimiento y fabricación de piezas y partes, y han sido apoyadas por el gobierno, los gremios y las cámaras de comercio regionales, teniendo en cuenta el crecimiento tanto local como global que se ha venido dando en el sector aeroespacial.

De acuerdo con el presidente ejecutivo de la Cámara de Comercio de Dosquebradas, John Jaime Jiménez, el mercado de partes y piezas aeronáuticas en el país es de unos \$4 billones; sin embargo, la industria local solo tiene una pequeña participación, mientras que las exportaciones en el sector superan los US\$15 millones, muy inferior a las cifras que alcanzan países como México o España, que han tenido un crecimiento acelerado en la última década en esta industria (Dinero, 2017a).

Con la apertura de las oficinas de *Airbus* en Bogotá, cobra más importancia tener una industria desarrollada y certificada para lograr ser parte de la cadena de proveedores de este gigante mundial de la industria aeroespacial, teniendo en cuenta además que *Airbus* considera a Colombia dentro de sus posibles países que pueden hacer parte de sus

proveedores. Es por lo anterior que Procolombia llevó a 9 empresas nacionales, la Cámara de Comercio de Dosquebradas y a la Universidad Tecnológica de Pereira a una de las fábricas de *Airbus*, en Sevilla, España, lo anterior en el contexto del Consejo Interinstitucional Aeronáutico, iniciativa conjunta entre Procolombia y *Airbus* que busca desarrollar la investigación y la industria en el sector aeroespacial en Colombia (Infodefensa, 2017) (Dinero, 2017b) (Dinero, 2016b).

En el marco de la semana espacial, organizada por la Fundación Universitaria Los Libertadores, académicos de esta institución propusieron la creación de una agencia espacial en Colombia. Uno de los invitados a este evento fue el director de la Universidad Internacional del Espacio (Francia), Omar Hatamleh, quien destacó que “los países que estudian el espacio logran un desarrollo científico excepcional no solo en cuanto a las ciencias básicas, sino en las sociales y en el despegue de la producción de tecnologías propias”. El mismo evento contó con la participación de César Ocampo, director de Colciencias, quien señaló “Yo promuevo toda iniciativa que eventualmente le dé a Colombia un nivel de soberanía espacial. Estoy dispuesto, como director de Colciencias y con las otras entidades del espacio, a apoyar a quienes nos ayuden en el desarrollo sostenible para el siglo XXI, principalmente en lo que tiene que ver con observación del territorio, la telemedicina y la educación” (Tiempo, 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto busca atender los retos y oportunidades expuestas por las circunstancias locales y globales fortaleciendo las capacidades técnicas de los profesionales a través de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y su iniciativa de comenzar la formación de profesionales con altos conocimientos técnicos que puedan responder a los crecimientos del mercado y a las necesidades de innovación que trae consigo la implementación de tecnologías espaciales.

El proyecto se encuentra alineado con los objetivos estratégicos de la Nación y de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

El alcance del Trabajo de Grado comprende el estudio de pre factibilidad para la creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, de acuerdo con el ciclo de vida para el desarrollo de proyectos recomendada por la Especialización en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito”

“Hay que comenzar a enseñar, inventar y construir para ser parte de la gran aventura espacial de nuestros días. Este es el futuro en frente de nosotros. La Escuela Colombiana de Ingeniería tiene que participar y ser dueña de este futuro” – Dr. Mario Pérez científico de NASA.

## 1. PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO

En el presente capítulo se expone el perfil del proyecto el cual permitirá analizar las partes interesadas, sus requerimientos e identificar el estado actual del entorno del proyecto que impulsa su emprendimiento.

### 1.1. Identificación del proyecto

Nombre del proyecto: creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Alias: programa de Ing. Aeroespacial.

### 1.2. Propósito del proyecto

Contribuir al desarrollo de nuevos campos y áreas del conocimiento principalmente relacionadas con la Ingeniería Aeroespacial en Colombia, fortaleciendo la cultura académica institucional enmarcada en la excelencia, promoviendo la vocación de servicio a la comunidad y creando ideas innovadoras que busquen el perfeccionamiento de las habilidades del ser humano y que favorezca el desarrollo económico y social del país.

### 1.3. Objetivos gerenciales para el proyecto

Los objetivos gerenciales del proyecto son:

- Definir, a nivel de pre factibilidad, la viabilidad de la creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. En posteriores fases del proyecto se deben desarrollar las fases de factibilidad y operación del producto del proyecto.
- Cumplir con los requerimientos de los *stakeholders* de forma concisa.
- Formalizar la creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial en un tiempo no mayor a 30 meses para iniciar operación en el segundo semestre del año 2019.
- Terminar el estudio de pre factibilidad antes del 23 de marzo de 2018.
- Lograr el desarrollo del proyecto, en su etapa de pre factibilidad, dentro del presupuesto establecido de \$87.064.000.
- Realizar de forma apropiada el seguimiento y control del proyecto para identificar oportunamente desviaciones y emprender acciones correctivas.

#### **1.4. Acta de Constitución del Proyecto (*Project Charter*)**

### **ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO**

#### **Estudio de pre factibilidad para la creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

Este proyecto se emprende como iniciativa de la Escuela, con el propósito de contribuir al desarrollo de nuevos campos y áreas del conocimiento principalmente relacionadas con la Ingeniería Aeroespacial en Colombia, fortaleciendo la cultura académica institucional enmarcada en la excelencia, promoviendo la vocación de servicio a la comunidad y creando ideas innovadoras que busquen el perfeccionamiento de las habilidades del ser humano y que favorezca el desarrollo económico y social del país. El estudio de pre factibilidad se realiza dentro del contexto del trabajo de grado de la Especialización de Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, con el objetivo de aplicar las habilidades y conocimientos adquiridos durante el estudio de la misma, bajo los lineamientos de la Unidad de Proyectos y el Reglamento Estudiantil de Posgrados de la Escuela, con el fin de obtener el título del programa ya mencionado.

De acuerdo a lo anterior, se autoriza emprender el proyecto denominado “Estudio de pre factibilidad para la creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito”.

Por medio de este documento se nombra como gerente del Trabajo de Grado a la Ingeniera Lady Juliana Cala Chaves, a quien se le otorga la autoridad requerida para organizar el proyecto, asignar los recursos físicos necesarios, establecer el cronograma y el presupuesto, realizar el control y seguimiento, y tomar las medidas correctivas y decisiones que sean necesarias para el desarrollo exitoso del proyecto.

El Trabajo de Grado se considera exitoso siempre y cuando sea entregado el 23 de marzo de 2018 con un costo igual a \$87.064.000 o inferior en un 10% máximo, cumpliendo con el alcance y requerimientos establecidos y sea aprobado por parte del Director, el Segundo Evaluador y el Comité de Trabajos de Grado.

Como constancia de aprobación, se firma a los 28 días del mes de julio de 2017.

---

**Ing. Germán Giraldo González**  
Director Trabajo de Grado

## 1.5. Análisis de los Stakeholders

El análisis de los *stakeholders* comprende desde su identificación hasta la clasificación y definición de estrategias de manejo (genéricas y específicas) para cada uno de ellos. A continuación se presentan los resultados de este análisis.

### 1.5.1. Identificación de los Stakeholders

Las partes interesadas en el proyecto que pueden influenciar o verse influenciadas por el proyecto se identifican a continuación:

Tabla 1. Identificación de los Stakeholders

ID	STAKEHOLDER	NOMBRES	PERFIL	ROL
S-01	Grupo base del proyecto	Ing. Martha Rolón	Directora de la Unidad de Proyectos de la Escuela	Liderar, complementar y apoyar la ejecución del proyecto desde su área de conocimiento y experiencia, además de construir el proyecto de formación para la creación del programa académico.
		Ing. Clemencia González	Líder de proyectos de la Unidad de Proyectos de la Escuela	
		Ing. Nubia Cárdenas	Profesora del programa de Ingeniería Mecánica de la Escuela	
		Susana Bustos	Monitora del semillero en Gerencia de proyectos	
		Laura Palacino	Monitora del semillero en Gerencia de proyectos	
		Iván Mendivelso	Profesor del Departamento de Matemáticas de la Escuela	
S-02	Director del trabajo de grado	Ing. Germán Giraldo	Profesor de la Unidad de Proyectos de la Escuela	Guiar y apoyar al equipo en el desarrollo del trabajo de grado, realizar seguimiento al trabajo realizado y evaluar el desempeño del equipo.
S-03	Segundo evaluador	Ing. Daniel Salazar	Profesor de la Unidad de Proyectos de la Escuela	Revisar, evaluar y calificar el Trabajo de Grado junto con el Director. Apoyar al equipo de trabajo en caso de que sea solicitado por el Director.

ID	STAKEHOLDER	NOMBRES	PERFIL	ROL
S-04	Directivos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Dra. Myriam Angarita	Rectora de la Escuela	Brindar los lineamientos y aprobaciones para la creación del programa.
		Dra. Claudia Ríos	Vicerrectora académica de la Escuela	
		Dra. María Ignacia Castañeda	Directora de la ODI (Oficina de Desarrollo Institucional)	Apoyar y brindar lineamientos para la creación del programa.
S-05	Profesores de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Ing. Jaime Isaza	Director del Departamento de Ciencias Naturales	Complementar y apoyar la ejecución del proyecto desde su área de conocimiento y experiencia.
		Juan Manuel Sarmiento	Profesor del Departamento de Matemáticas	
		Ing. Héctor Hernández	Profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica	
		Ing. Gonzalo Jiménez	Fundador de la Escuela	
		Ing. Gabriel Pulido	Profesor de la Unidad de Proyectos	
		Ing. Eduardo Brieva	Profesor del Departamento de Matemáticas	
		Ing. Ricardo Rincón	Fundador de la Escuela y presidente del claustro	
		Ing. Adolfo Viana	Profesor de la Unidad de Proyectos	
		Ing. María Carolina Romero	Decana del programa de Ingeniería Ambiental	
S-06	Grupo de semilleros de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito		Estudiantes de pregrado de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Apoyar al equipo de trabajo en el desarrollo del Trabajo de Grado y facilitar el tiempo necesario para llevar a cabo las actividades del proyecto.
S-07	Bachilleres interesados en el Programa de Ingeniería Aeroespacial		Estudiantes de últimos años de bachillerato	Consultar sobre el programa a fin de tomar la decisión más acertada para sus estudios profesionales.
S-08	Universidad del Valle	Quím. Walter Torres	Profesor del Departamento de Química	Complementar y apoyar la ejecución del proyecto desde su área de conocimiento y experiencia, con la posibilidad de crear alianzas interinstitucionales.
S-09	Universidad Sergio Arboleda	Ing. Raúl Joya	Director del Observatorio Astronómico	

ID	STAKEHOLDER	NOMBRES	PERFIL	ROL
S-10	Fundación Universitaria los Libertadores	Ing. Oscar Ricardo Martínez	Director Programa Ingeniería Aeronáutica	
S-11	Universidad de Antioquia	Ing. Julián Mauricio Arenas	Coordinador Programa Ing. Aeroespacial	
S-12	Universidad Industrial de Santander	Fís. Guillermo González	Director de investigación Escuela de física	
S-13	Universidad Nacional de Colombia	Quím. Gregorio Portilla	Observatorio Astronómico Nacional	
S-14	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Ldo. En Física y Mat. Nicanor Poveda	Director de la Escuela de Física	
S-15	Ministerio de Educación Nacional de Colombia		Entidad Nacional	Aprobar el Documento Maestro para la otorgación del Registro Calificado del Programa de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
S-16	Fuerza Aérea Colombiana		Entidad Nacional	Interesados en el conocimiento y experiencia adquirida por egresados del programa de Ingeniería Aeroespacial.
S-17	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias	Ldo en Ing Aeroespacial. César Ocampo	Director General de Colciencias	Interesados en el desarrollo de las líneas de investigación del programa.
		Eco. Luis Miguel Tovar	Asesor del programa nacional de ciencias básicas de Colciencias, Representante de Colciencias a la comisión colombiana del espacio	
		Ing. Oscar Gualdrón	Director Fomento a la Investigación - Colciencias	
		Gigo. Carlos Alberto Vargas	Vicepresidente Academia Colombiana de Ciencias	
S-18	Asociación de Astrónomos Autodidactas de Colombia - ASASAC	Ximena Marín	Estudiante de Ingeniería Electrónica en la Escuela y miembro de ASASAC	Apoyar al equipo de trabajo en el desarrollo del Trabajo de Grado.

ID	STAKEHOLDER	NOMBRES	PERFIL	ROL
S-19	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – ACCEFYN	Bot. Enrique Forero	Presidente ACCEFYN y presidente del colegio máximo de las academias de Colombia.	Complementar y apoyar la ejecución del proyecto desde su área de conocimiento y experiencia.
		Dr. Horacio Torres	Secretario ACCEFYN	
S-20	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio - NASA	Dr. Mario Pérez	Científico del Programa de Orígenes Cósmicos en la División de Astrofísica de NASA en Washington, DC.	Brindar apoyo y asesoría en temas específicos y técnicos necesarios para el desarrollo del proyecto.
		Dra. Adriana Ocampo	Directora del Programa de la Ciencia de la NASA	
		Dr. Luis Alberto Duarte	Embajador de la NASA en Latinoamérica	
S-21	Aeronáutica Civil de Colombia	Dr. Pedro Alejandro Velasco	Coordinador Grupo Vigilancia Aeronáutica	Complementar y apoyar la ejecución del proyecto desde su área de conocimiento y experiencia.
		Dr. David Camilo Sánchez	Ingeniero Aeronáutico del Grupo vigilancia Radar	

Fuente: elaboración propia con información extraída del audio de la reunión “Creación de la cátedra en ciencias aeroespaciales” (Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, 2017) e información consolidada por el Director de Trabajo de Grado.

### 1.5.2. Clasificación de los *Stakeholders*

Los *stakeholders* se clasificaron de acuerdo al modelo Poder – Interés, en el cual se valoró el nivel de autoridad y de compromiso de cada uno con el proyecto. Una vez se clasificaron, se documentó su clase (interno o externo), se evaluó la forma como podrían reaccionar en diferentes situaciones (inconsciente, opositor, neutral, partidario o líder) y se priorizaron de acuerdo con el análisis realizado.

La Tabla 2 muestra la escala de prioridad de atención de cada uno de los *stakeholders* y las estrategias genéricas que se deben implementar según el caso, dichas estrategias se establecen teniendo en cuenta los resultados cuantitativos de la evaluación de los *stakeholders* (P+I).

**Tabla 2. Escala de prioridad de calificación de *Stakeholders***

PRIORIDAD	P+I	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA GENÉRICA
P1	$7.5 \leq P + I$	Alto Poder + Alto Interés	Manejar de cerca
P2	$5.0 \leq P + I < 7.5$	Alto Poder + Alto Interés	Manejar de cerca
P3	$5.0 \leq P + I < 7.5$	Alto Poder + Bajo Interés	Mantener satisfechos
P4	$2.5 \leq P + I < 5.0$	Alto Poder + Bajo Interés	Mantener satisfechos
P5	$5.0 \leq P + I < 7.5$	Bajo Poder + Alto Interés	Mantener informados
P6	$2.5 \leq P + I < 5.0$	Bajo Poder + Alto Interés	Mantener informados
P7	$5.0 \leq P + I < 7.5$	Bajo Poder + Bajo Interés	Hacer seguimiento
P8	$2.5 \leq P + I < 5.0$	Bajo Poder + Bajo Interés	Hacer seguimiento

Fuente: elaboración propia

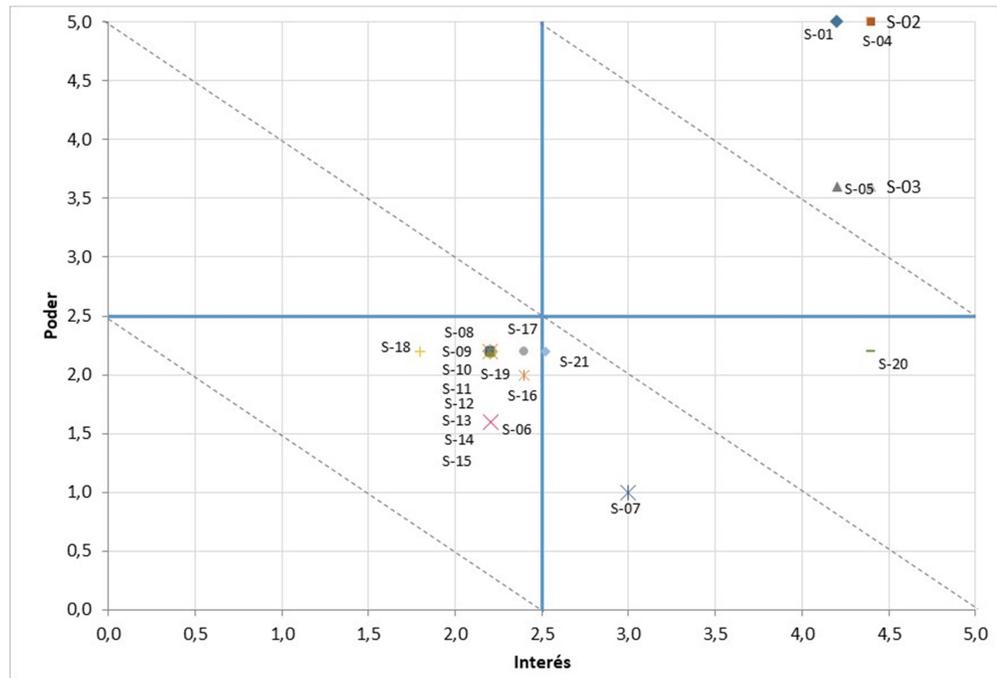
La clasificación y priorización de los *stakeholders* del proyecto se presenta en la Tabla 3. Posteriormente, en la Gráfica 1, se representa gráficamente su localización de acuerdo a la calificación obtenida del modelo poder interés de la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de Stakeholders

ID	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD	ESTRATEGIA GENÉRICA	GUÍA ESTRATÉGICA
S-01	Interno	Líder	5,0	4,2	9,2	1	Manejar de cerca	Realizar el máximo esfuerzo para satisfacer sus requerimientos.
S-02	Interno	Líder	5,0	4,4	9,4	1	Manejar de cerca	Realizar el máximo esfuerzo para satisfacer sus requerimientos.
S-03	Interno	Partidario	3,6	4,4	8,0	1	Manejar de cerca	Realizar el máximo esfuerzo para satisfacer sus requerimientos.
S-04	Interno	Partidario	5,0	4,4	9,4	1	Manejar de cerca	Realizar el máximo esfuerzo para satisfacer sus requerimientos.
S-05	Interno	Partidario	3,6	4,2	7,8	1	Manejar de cerca	Realizar el máximo esfuerzo para satisfacer sus requerimientos.
S-06	Interno	Partidario	1,6	2,2	3,8	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-07	Externo	Inconsciente	1,0	3,0	4,0	6	Mantener informado	Suministrar información suficiente, sin abrumarlo con detalles.
S-08	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-09	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-10	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-11	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-12	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-13	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-14	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-15	Externo	Inconsciente	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-16	Externo	Partidario	2,0	2,4	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-17	Externo	Partidario	2,2	2,4	4,6	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-18	Externo	Partidario	2,2	1,8	4,0	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-19	Externo	Partidario	2,2	2,2	4,4	7	Hacer seguimiento	Solamente observar su comportamiento.
S-20	Externo	Partidario	2,2	4,4	6,6	5	Mantener informado	Suministrar información suficiente, sin abrumarlo con detalles.
S-21	Externo	Partidario	2,2	2,5	4,7	6	Mantener informado	Suministrar información suficiente, sin abrumarlo con detalles.

Fuente: elaboración propia

**Gráfica 1. Análisis de Stakeholders Poder + Interés**



Fuente: elaboración propia

La gráfica superior ubica en el primer cuadrante de prioridad a los *stakeholders* S-01 (Grupo base del proyecto), S-02 (Director del trabajo de grado), S-03 (Segundo evaluador), S-04 (Directivos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito) y S-05 (Profesores de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito).

### 1.6. Requerimientos de los Stakeholders

A continuación, en la Tabla 4, se exponen las necesidades de los *stakeholders* anteriormente analizados.

**Tabla 4. Necesidades de los stakeholders**

ID	STAKEHOLDER	NECESIDAD
<b>S-01</b>	Grupo base del proyecto	Elaborar una propuesta de programa que sea atractiva y logre obtener el Registro Calificado.
<b>S-02</b>	Director del trabajo de grado	Dirigir el estudio de pre factibilidad para que sea aprobado y sirva como insumo para el Documento Maestro.
<b>S-03</b>	Segundo evaluador	Obtener trabajos de grado desarrollados bajo los lineamientos establecidos y con la aplicación de los conocimientos impartidos en la especialización.
<b>S-04</b>	Directivos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Que el programa académico contribuya al logro de los objetivos de la Escuela.

<b>ID</b>	<b>STAKEHOLDER</b>	<b>NECESIDAD</b>
<b>S-05</b>	Profesores de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Conocer los contenidos y metodologías del programa académico propuesto.
<b>S-06</b>	Grupo de semilleros de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional y adquirir nuevos conocimientos.
<b>S-07</b>	Bachilleres interesados en el Programa de Ingeniería Aeroespacial	Que el programa sea innovador y cuente con un plan de estudios sea atractivo
<b>S-08</b>	Universidad del Valle	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-09</b>	Universidad Sergio Arboleda	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-10</b>	Fundación Universitaria Los Libertadores	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-11</b>	Universidad de Antioquia	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-12</b>	Universidad Industrial de Santander	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-13</b>	Universidad Nacional de Colombia	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-14</b>	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Impulsar el crecimiento económico, social, científico y cultural del país.
<b>S-15</b>	Ministerio de Educación Nacional de Colombia	Que el programa cumpla con los requisitos exigidos en el Decreto 1075 de 2015 para otorgar el Registro Calificado.
<b>S-16</b>	Fuerza Aérea Colombiana	Promover el desarrollo tecnológico del país.
<b>S-17</b>	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias	Fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en el país.
<b>S-18</b>	Asociación de Astrónomos Autodidactas de Colombia - ASASAC	Promover a través del programa académico la divulgación de temas astronómicos y espaciales.
<b>S-19</b>	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – ACCEFYN	Impulsar el desarrollo de las ciencias exactas, físicas y naturales y sus aplicaciones en la Ingeniería Aeroespacial.
<b>S-20</b>	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio - NASA	Apoyar el desarrollo de iniciativas que promuevan la investigación y el crecimiento del sector aeroespacial.
<b>S-21</b>	Aeronáutica Civil de Colombia	Impulsar el desarrollo de la aviación civil, de la industria aérea y la utilización segura del espacio aéreo colombiano.

Fuente: elaboración propia

### **1.7. Entregables del Proyecto**

El proyecto objeto de este estudio contempla diferentes fases, cada una con un entregable particular. En primera instancia, la fase de pre factibilidad contempla como principal entregable el estudio de pre factibilidad.

En segunda instancia, la fase de factibilidad deberá tener como entregable el estudio de factibilidad para posteriormente, elaborar el documento de anteproyecto. A continuación, la fase de elaboración del Documento Maestro tiene como entregable el documento del mismo nombre, el cual, al presentarlo ante el Ministerio de Educación Nacional y lograr su aprobación, le otorga a la Escuela el entregable principal: el registro calificado del programa. Este “constituye el conjunto de condiciones de calidad específicas que deben demostrarse para obtener la autorización que demanda el otorgamiento del referido registro” (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

La última etapa del proyecto consiste en la construcción del Proyecto de Formación, cuyo entregable es el documento del mismo nombre.

### **1.8. Proceso de producción del producto del proyecto**

El proceso para la creación del programa académico en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito iniciará con la elaboración del estudio de pre factibilidad, el cual permitirá definir la viabilidad del proyecto a través de información secundaria.

Posteriormente se realizará la elaboración del estudio de factibilidad y la construcción del documento de anteproyecto del programa y su presentación ante el Comité de Dirección, el Consejo Académico y el Consejo Directivo. Una vez se cuente con la aprobación del anteproyecto se continuará con la elaboración del documento maestro para obtener el registro calificado, con el aval del Consejo Académico, la aprobación del Consejo Directivo y la inclusión de la información en el sistema SACES. Finalmente, se llevará a cabo la construcción por parte del Grupo Base, del proyecto de formación del nuevo programa con el acompañamiento de la Oficina de Desarrollo Institucional y la aprobación de la Vicerrectoría Académica.

En la Tabla 5 se presenta el proceso de producción del estudio de pre factibilidad, producto principal del Trabajo de Grado.

**Tabla 5. Proceso de producción de los productos del proyecto**

ETAPA	ESPECIFICACIONES	PRUEBAS	INTEGRACIÓN	ENTREGA
Perfil	Identificación del proyecto	Validación por parte del director de Trabajo de Grado	Integración con la etapa de IAEP y formulación	Resultado del perfil
	Propósito del proyecto			
	Objetivos gerenciales del proyecto			
	Acta de constitución del proyecto ( <i>Project Charter</i> )			
	Análisis de los <i>Stakeholders</i>			
	Requerimientos priorizados de los <i>Stakeholders</i>			
	Entregables del proyecto			
	Procesos de producción de los productos del proyecto			
	Interacciones del proyecto con su entorno			
	IAEP			
Estrategia organizacional				
Planteamiento del proyecto				
Alineación estratégica				
Formulación	Estudio de mercado	Integración con la etapa de IAEP y evaluación	Resultado de los estudios de formulación	
	Estudio técnico			
	Estudio ambiental			
	Estudio administrativo			
	Estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento			
Evaluación Financiera	Marco de referencia	Integración con la etapa de IAEP y formulación	Resultado de la evaluación financiera	
	Flujo de caja financiero			
	Análisis de sensibilidad			

Fuente: elaboración propia

## **1.9. Interacciones del proyecto con su entorno**

El proyecto se desarrolla en un entorno parcial y global que se analiza en el presente aparte. En primer lugar, el entorno parcial se entiende como el ámbito organizacional de la Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito, mientras que el entorno global se analiza desde la perspectiva política, económica, social, tecnológica y ambiental, siguiendo el modelo PESTA.

### **1.9.1. Entorno organizacional**

“La Escuela es una Institución de Educación Superior, privada, de utilidad común, sin ánimo de lucro y su carácter académico es el de Institución Universitaria<sup>3</sup>, organizada como Corporación según la legislación colombiana, con Personería Jurídica reconocida legalmente mediante Resolución 86 del 19 enero de 1973 expedida por el Ministerio de Justicia” (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017).

Dentro de los Lineamientos de Políticas Institucionales adoptados por el Claustro el 25 de agosto de 2008, la Escuela tiene como misión y visión, lo siguiente (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017):

#### **Misión**

La formación de la persona, fundamentada en una alta preparación científica y tecnológica, armonizada con un profundo sentido de solidaridad social y un compromiso ético por parte de todos los miembros de la comunidad académica, para que su ejemplo constituya una lección de comportamiento ciudadano transmitida a la sociedad. La formación que se brinda alienta el espíritu de creatividad e innovación y se enmarca en el contexto de la realidad colombiana para que los egresados estén en capacidad de plantear soluciones autóctonas a los problemas nacionales e igualmente puedan desempeñarse con eficiencia en un mundo competitivo y globalizado.

Dentro del espíritu que inspiró a sus fundadores, desarrolla las funciones de docencia, investigación y proyección social en concordancia con las normas legales y de acuerdo con la evolución del conocimiento, el progreso científico y los avances en el campo de la educación. La Escuela es un escenario abierto a las diversas corrientes de pensamiento y mantiene independencia frente a todo credo político, racial, económico o religioso y, en consecuencia, es ajena a todo interés partidista surgido de tales credos. Para alcanzar sus objetivos, la Escuela cuenta con docentes de alto nivel académico cuya labor se refleja en la excelencia de los programas y sus egresados.

Como condición esencial para la convivencia ciudadana y la armonía con la naturaleza, la Escuela propicia la formación integral de la persona y fomenta en ella una actitud de respeto por la dignidad humana y por su entorno, con la convicción de que los elementos

---

<sup>3</sup> De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional, el carácter académico de Institución Universitaria es igual al de Escuela Tecnológica (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2010).

de la biosfera hacen parte de una totalidad universal cuyo equilibrio es necesario para la conservación de los ecosistemas y de la vida sobre la Tierra.

## **Visión**

En su empeño por realizar el sueño de una sociedad mejor, cumplirá su misión con excelencia y alentará en forma permanente la participación activa de la comunidad académica en el estudio de la realidad colombiana, de tal manera que tenga un efecto multiplicador y contribuya a solucionar las necesidades básicas del país.

Los estudiantes de la Escuela serán el centro del proceso educativo y los docentes, sus guías y consultores. La formación científica y tecnológica estará complementada con una adecuada preparación humanística y un sólido conocimiento del entorno, lo cual les permitirá un mejor desempeño en los ámbitos nacional e internacional.

Así mismo, la Escuela contará con unidades de investigación especializada que se constituirán en centros de generación y difusión del conocimiento, y se transformará en una universidad con nuevos campos de acción, en respuesta a las necesidades de formación del país.

### **1.9.1.1. Valores éticos y operacionales**

La declaración de principios de la Escuela incorpora varios valores éticos y operacionales fundamentales que a través de los años han logrado impartir en los estudiantes una visión más amplia, enfocada y tendiente a brindar desenlaces creativos a los problemas que surgen de las interacciones propias del entorno que los rodea. Estos valores se pueden resumir en la formación de ingenieros con alta preparación técnica y el espíritu de solidaridad social, con el objetivo de contribuir al bienestar del país y encontrar soluciones a los problemas que lo aquejan, siempre dentro de las posibilidades de la realidad colombiana.

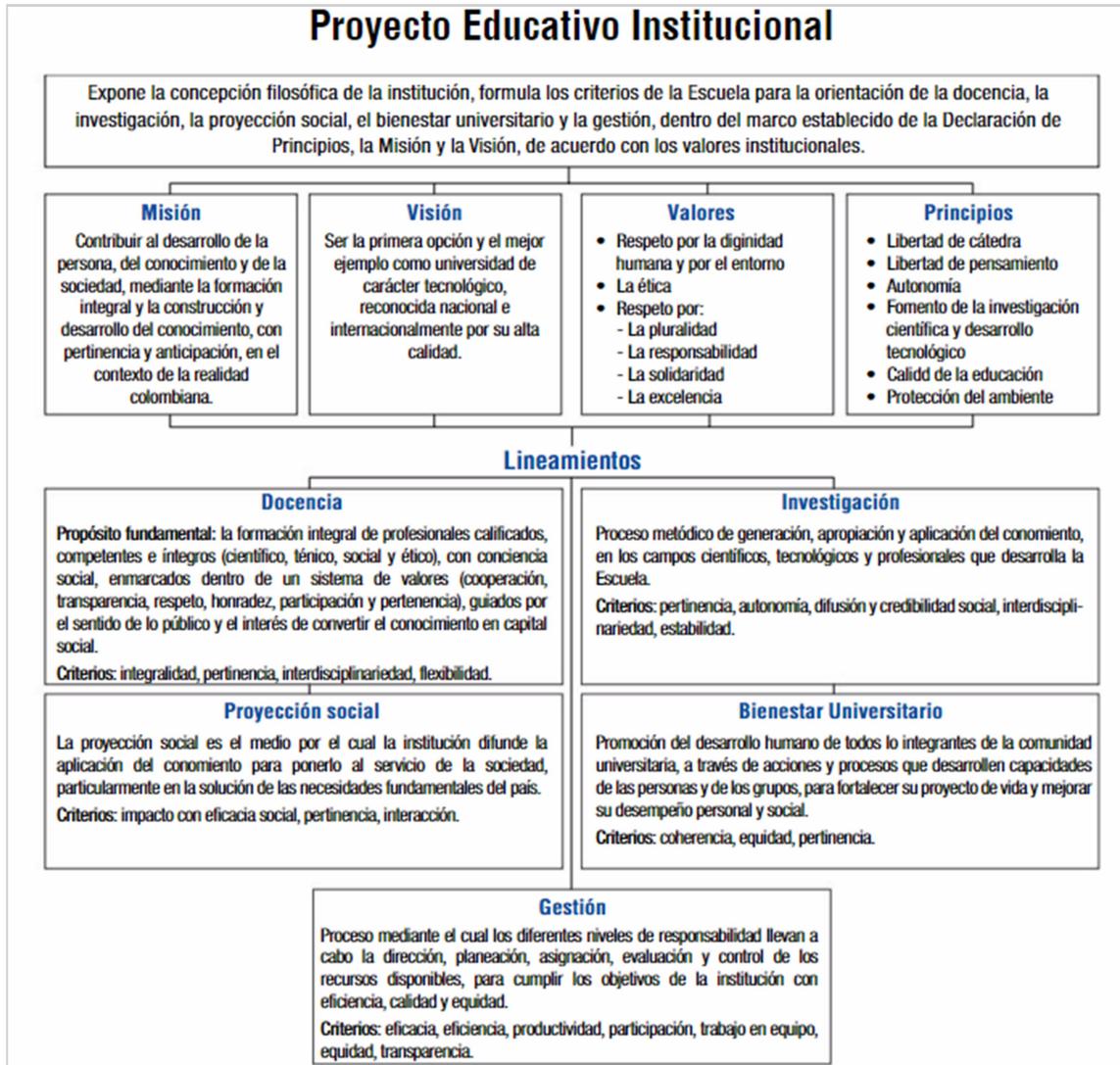
Lo anterior enmarcado siempre en la formación integral que ofrece la Escuela, la cual debe entenderse como un proceso solidario de estudiantes y profesores motivados por la comunidad de objetivos, lo cual requiere la participación activa de unos y otros en dicho proceso, manteniendo en todo momento independencia absoluta frente a todo credo político, racial, económico o religioso.

Como aspectos orientadores de su práctica académica y administrativa, la Escuela valora:

- El perfeccionamiento del ser humano.
- La búsqueda de la excelencia institucional.
- La autonomía con responsabilidad.
- La creatividad y la innovación orientadas especialmente al desarrollo del país.
- La vocación de servicio.
- La confianza mutua.
- La participación con compromiso y entusiasmo.
- Impulsa la vivencia de los valores en las personas y en los estamentos de la comunidad universitaria (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017).

Enmarcados en el Proyecto Institucional, los valores, principios y lineamientos de la Escuela se presentan en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Proyecto Institucional Escuela



Fuente: tomado de La Escuela Hoy (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

### 1.9.1.2. Cultura de la organización

“La cultura institucional es el conjunto de tradiciones, principios, valores y normas que definen la identidad de la Escuela y le imprimen un sello de particularidad que la distingue de otras instituciones. De ese legado forman parte también las conductas y procedimientos que se derivan de los principios y valores institucionales, así como las normas y procedimientos que regulan la interacción entre sus miembros. Esa cultura debe hacerse explícita y constituirse en tema de reflexión permanente en toda la organización y en cada programa académico, como la mejor forma de sentirla y valorarla. La Escuela inculca en

la comunidad universitaria el sentido de pertenencia y compromiso institucional, y considera que es ella la portadora y difusora directa de su cultura, razón por la cual sus miembros deben ajustar sus comportamientos personales y profesionales a este referente.

La cultura institucional está orientada por la Declaración de Principios de los fundadores, que constituye su norte moral. Pero también por valores que se han arraigado y hacen parte de una tradición que la comunidad universitaria considera uno de sus activos más valiosos. Entre esos valores fundamentales vale la pena señalar: la conducta intachable de sus docentes como la mejor cátedra de ética que puedan recibir los que se forman en la Escuela; la igualdad de oportunidades para el acceso de quienes aspiran a educarse en ella, que no podrán ser discriminados por causa distinta de su capacidad, su rendimiento académico y su interés por obtener una formación integral; la transparencia en la gestión administrativa y financiera, que ha generado confianza entre los integrantes de la comunidad universitaria; la conciencia de la educación como un genuino servicio social, libre de cualquier interés económico distinto de la inversión para el constante mejoramiento institucional y el logro de la calidad de las acciones que le compete desarrollar” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2010).

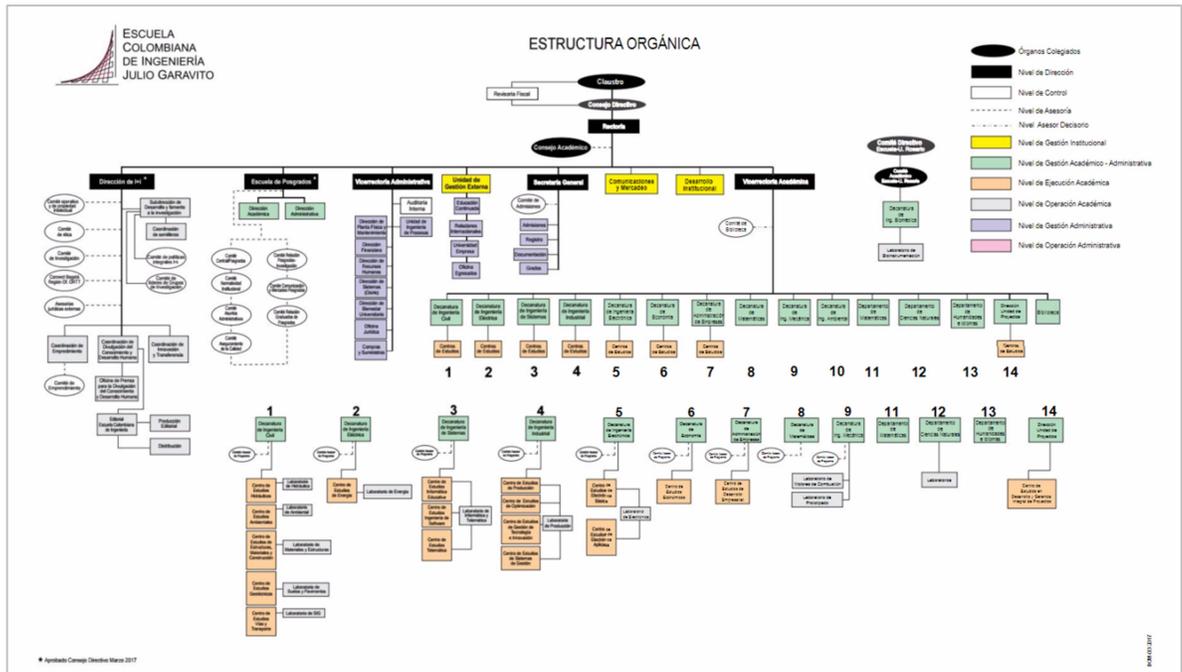
### **1.9.1.3. Estructura de la organización**

La Escuela “posee una estructura orgánica que corresponde a un modelo propio que aproxima y conjuga lo matricial en lo académico y lo jerárquico en lo administrativo...Ejerce el gobierno institucional de modo personal y colegiado” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008).

De acuerdo con la estructura orgánica de la Escuela consignada en el documento La Escuela Hoy (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017) y que se muestra a continuación en la Ilustración 2, esta cuenta con dos niveles principales: nivel de Dirección entre los que se encuentra la Secretaría General, la Vicerrectoría Administrativa, la Vicerrectoría Académica y la Unidad I+P+E y el nivel de Gestión Institucional, donde están la Unidad de Gestión externa, Comunicaciones y Mercadeo y Desarrollo Institucional.

Los niveles de Gestión Académico – Administrativa como las decanaturas tienen una estructura funcional, donde las decisiones son tomadas por un reducido grupo directivo.

**Ilustración 2. Estructura orgánica Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**



Fuente: tomado de La Escuela Hoy (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

### 1.9.1.4. Infraestructura

Actualmente la Escuela cuenta con un único campus al norte de la ciudad de Bogotá donde desarrolla todas sus actividades académicas y operativas, y dónde además consolida su proyecto expansivo con la construcción de nuevos espacios para la comunidad educativa.

“El campus ocupa un lote de aproximadamente 278.000 m<sup>2</sup>, con un área urbanizable de 238.370 m<sup>2</sup>, un área construida de 26.257 m<sup>2</sup>, área libre de 168.611 m<sup>2</sup> y zonas deportivas con un área de 33.555 m<sup>2</sup>. El campus está conformado por 10 edificios principales, 1 cafetería, 4 concesiones para venta de comida, 11 canchas deportivas, 1 pista de atletismo en grama, 1 sendero con estaciones (camino de la vida), el Centro Cultural y Deportivo el Otoño al cual le corresponde un área construida de 3.142 m<sup>2</sup> el cual fue diseñado por Anzellini Garcia-Reyes Arquitectos para la Escuela como un espacio polivalente que diera solución a diferentes requerimientos de tipo cultural, deportivos y recreativos. Tiene también aproximadamente 11.000 m<sup>2</sup> desarrollados para parqueaderos, senderos, plazoletas, así como zonas verdes amplias y con arborización” (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017).

En 2016 la Escuela inauguró el nuevo edificio de laboratorios, “la construcción de esta etapa requirió...una inversión de 26.000 millones de pesos...y beneficiará a más de 5.600 estudiantes de pregrado y posgrado. Este nuevo complejo académico y tecnológico, que será clave en la generación e implementación de proyectos de investigación e innovación, así como en la apropiación de nuevas tecnologías, cuenta con 46 laboratorios en diversas áreas del conocimiento: once laboratorios de Ciencias Naturales, seis de Ingeniería

Eléctrica, cuatro de Ingeniería Biomédica, dos de Geotecnia, doce de Ingeniería Mecánica, seis de Ingeniería Electrónica, tres de Vías y Transporte y dos de Biología. En total, son 9.300 metros cuadrados de área construida en tres niveles y un sótano de parqueaderos” (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

Además del nuevo complejo de laboratorios, la Escuela cuenta con espacios de experimentación e investigación para estudiantes, como:

- Ciencias Naturales: física y química
- Ingeniería Eléctrica: laboratorio de energía
- Ingeniería Electrónica: laboratorio de electrónica
- Ingeniería Biomédica: laboratorio de bio-instrumentación
- Ingeniería Industrial: laboratorio de producción (laboratorio de manufactura, de metrología, de materiales y metalografía, de diseño de producto, de estudio del trabajo, de simulación y de ergonomía)
- Ingeniería Mecánica: laboratorio de motores y combustión y laboratorio de diseño mecánico (prototipado y MSK)
- Ingeniería Civil: laboratorios de hidráulica, ingeniería ambiental , suelos y pavimentos, sistemas de información geográfica – SIG, ensayo de materiales y estructuras
- Ingeniería de Sistemas: laboratorio de informática

Por otro lado los estudiantes, profesores y personal que trabaje en la Escuela tiene acceso a una colección de más de 50.000 publicaciones, compuesta por libros de consulta, textos, trabajos y tesis de grado, videos y discos compactos, además de las bases de datos, revistas, libros y periódicos electrónicos y convenios inter-bibliotecarios con otras instituciones y universidades. Como parte del crecimiento institucional, permanentemente se adquieren nuevos títulos y bases de datos.

“La Biblioteca “Jorge Álvarez Lleras” participa en el proyecto Grupo de Bibliotecas de la Red Rumbo -Red Universitaria Metropolitana de Bogotá- con el objeto de llevar a cabo proyectos que faciliten el desarrollo de las Bibliotecas participantes y la conformación de consorcios para la adquisición de recursos electrónicos, optimizando así los presupuestos” (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017).

En cuanto a recursos tecnológicos la Escuela no se queda atrás, cuenta con un servicio de comunicaciones externas e internas denominado ECIREN que incluye servicio de voz (30 líneas telefónicas, 2 enlaces primarios, 300 extensiones, 6 SIM CARD, 10 diademas de *contact center*, 268 teléfonos AVAYA E129 y 22 teléfonos AVAYA 1608) y red de datos (7 subredes, cámaras, *management*, *WIFI*, externa, VozIp). El acceso a Internet se ofrece por medio de un canal de 300 Mbps de capacidad, al cual todos los equipos de la Escuela tienen acceso, mientras que la red de equipos portátiles y dispositivos móviles cuenta con una red inalámbrica de 14 áreas de cobertura dispuestas por todo el campus de la Escuela (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017).

### 1.9.1.5. Recursos humanos

La Escuela cuenta con un equipo de profesores, directivos y administrativos altamente calificados para desempeñar sus labores y alcanzar los objetivos enmarcados en el Plan de Desarrollo 2016-2025.

La Ilustración 3 y la Ilustración 4 que se presentan a continuación, muestran la distribución del talento humano de la Escuela. Para finales de 2016, el personal de la Escuela ascendía a 816 personas<sup>4</sup> (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017).

#### Ilustración 3. Talento humano - equipo de profesores de la Escuela

### Profesores

En el 2016-2 la Escuela cuenta con 166 profesores de planta y 396 de cátedra para un total de 562 profesores.



Fuente: Dirección de Recursos Humanos, octubre de 2016

Fuente: tomado de (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

---

<sup>4</sup> La Ilustración 3 y la Ilustración 4 presentan inconsistencias en el número de profesores de planta. La primera, menciona que la Escuela tiene un total de 166 profesores de planta, mientras que la segunda, un total de 146. Esta información fue tomada del documento La Escuela Hoy de la Oficina de Desarrollo Institucional.

#### Ilustración 4. Talento humano de la Escuela

### Directivos y Administrativos

Para el desarrollo de las actividades académicas y administrativas en 2016-2, el talento humano de la Escuela está distribuido así:



Fuente: Dirección de Recursos Humanos, octubre de 2016.

Fuente: tomado de (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

#### 1.9.1.6. Políticas

De acuerdo con lo establecido por el Claustro de Electores en la sesión extraordinaria del 14 de agosto de 2008, las políticas institucionales de la Escuela se dividen en seis aspectos principales que quedaron plasmados en el documento Lineamientos de Políticas Institucionales, a saber (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008):

1. Filosofía institucional
2. Funciones académicas universitarias
3. Bienestar universitario
4. Talento humano
5. Finanzas
6. Organización, gobierno y gestión

A continuación, se detalla cada uno de los seis aspectos descritos anteriormente.

1. Filosofía institucional: enmarcada en los valores éticos y operacionales y cultura de la organización (Remitirse a 1.9.1.1 Valores éticos y operacionales).
2. Funciones académicas universitarias (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008):
  - Desarrolla las tres funciones académicas: formación, construcción y desarrollo del conocimiento e integración con el entorno.
  - Fundamenta la formación integral en una sólida preparación científica, tecnológica y socio-humanística, centrada en el estudiante y orientada por el profesor.
  - Construye conocimiento orientado a la innovación y al progreso tecnológico.

- Interactúa con el entorno a partir de un enfoque de responsabilidad social y ambiental, basado en el conocimiento del entorno y la realidad del mismo.
- Se relaciona con el Estado y organizaciones nacionales e internacionales, con el ánimo de ofrecer asesorías, cooperación e intercambio de servicios académicos.
- Asume la internacionalización como posibilidad de incorporar el conocimiento de vanguardia y fortalecer sus funciones académicas.
- Diversifica su actividad académica a partir del cultivo de nuevos campos y áreas del conocimiento, ampliación de ofertas académicas, presencia institucional en otros ámbitos geográficos y el ofrecimiento de otros servicios de formación, asesoría, cooperación e intercambio.

3. Bienestar universitario (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008):

- El bienestar es una dimensión estructural de la universidad, comprometido con el mejoramiento de la calidad de vida de quienes la integran.
- Promueve el desarrollo humano de todos los integrantes de la comunidad universitaria.
- Propicia un clima institucional que posibilite el desarrollo integral de la comunidad universitaria.

4. Talento humano (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008):

- Busca que el personal académico y administrativo evidencie su compromiso con las políticas y filosofías institucionales.
- Exige y ofrece condiciones para que los profesores mantengan una actitud abierta y respetuosa con el conocimiento, manteniendo su formación permanente.
- Selecciona a su personal según los parámetros ya establecidos, teniendo en cuenta sus méritos, trayectoria, estudios y resultados en pruebas realizadas en cada caso.
- Para la retención y promoción de los profesores tiene en cuenta su preparación, experiencia, compromiso y aportes al conocimiento y a la Escuela, además de sus capacidades pedagógicas.
- Aplica procesos de evaluación permanente y en doble vía a todos los integrantes de la comunidad universitaria, como una oportunidad de mejora.
- Atiende la formación y capacitación del profesorado de acuerdo con los resultados de la evaluación permanente.
- Cualifica al personal administrativo y de soporte de acuerdo con los resultados de la evaluación permanente.
- Adjudica estímulos por mérito.

5. Finanzas: fortalece su capacidad financiera a través de la diversificación de ingresos y la racionalización de gastos, así como en el aprovechamiento de fuentes de recursos internos y externos (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008).

6. Organización, gobierno y gestión (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008):

- Posee una estructura orgánica que corresponde a un modelo propio que aproxima y conjuga la matricial en lo académico y lo jerárquico en lo administrativo.
- Ejerce el gobierno institucional de modo personal y colegiado, a partir de un enfoque gerencial.
- Aplica un modelo de gestión del conocimiento por proyectos y por resultados, que realiza el ciclo completo de planeación, ejecución, evaluación y aprendizaje, en el marco de la viabilidad económica.

### **1.9.2. Entorno P.E.S.T.A.**

A continuación se analiza el entorno político, económico, social, tecnológico y ambiental que rodea e interactúa con el proyecto.

#### **1.9.2.1. Político**

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece en el artículo 101 los límites territoriales, allí expone que son parte del territorio "...el espacio aéreo, el segmento de la órbita geostacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa, de conformidad con el Derecho Internacional o con las leyes colombianas a falta de normas internacionales". (Corte Constitucional, 2016).

A nivel político, Colombia ha formulado diferentes estrategias y normatividad tendiente a promover el crecimiento tecnológico mediante el desarrollo aeroespacial. Algunas de esas normativas se exponen a continuación:

El Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 "Todos por un Nuevo País", contempla en su objetivo 3 del capítulo V Competitividad e Infraestructura Estratégicas, que el Gobierno Nacional pretende llevar a cabo acciones que promuevan la oferta y demanda del desarrollo de aplicaciones y de servicios con base en tecnologías satelitales que solucionen problemas específicos del país y permitan impulsar el desarrollo de diferentes sectores productivos. De igual manera, en el objetivo 5 del capítulo V, relacionado con temas de soluciones aéreas, gracias al crecimiento de pasajeros en el país, se propone encontrar acuerdos en navegación satelital y operación de aeropuertos domésticos para mejorar el servicio y la seguridad del país, al igual que promover el desarrollo de la capacidad científico-técnica, a través de la creación de la Agencia Espacial Colombiana, con base en la experiencia y las finalidades de la Comisión Colombiana del Espacio (DNP, 2015).

Así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 contempla en el objetivo 3 del Capítulo X Crecimiento Verde, el conocimiento y prevención del riesgo de desastres, puesto que se continuará con el fortalecimiento de los institutos que soportan la investigación, seguimiento y monitoreo de las amenazas de origen geológico, hidrometeorológico y marino, entre otros entes con la Red Nacional de Estaciones Geodésicas Satelitales GPS (DNP, 2015).

Por otra parte, el Decreto 260 del 2004, modificado por el Decreto 823 del 2017, en el Artículo 5to donde se le otorga a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil la función de fomentar y facilitar la investigación en ciencia y tecnología aeronáutica y aeroespacial a partir de las funciones sustantivas de la educación (Presidencia de Colombia, 2017).

Más aún, el Documento 3683 del 2010 presentado al Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES, plantea el Programa Nacional de Observación de la Tierra PNOT donde se contempla la solución para proporcionar información geoespacial sobre la cual se puedan representar geográficamente los recursos del país, la población y mejorar los planes del Gobierno con información de primera mano; que a su vez, puedan fortalecer las decisiones políticas y de manejo orientadas a la sostenibilidad, usando la Comisión Colombiana del Espacio como ente territorial que coordine el diseño del programa y lo maneje (Planeación, 2010).

Actualmente, se encuentra en etapa de formulación el borrador de documento CONPES, el cual tratará específicamente la creación de una Política Nacional Espacial que brindará una hoja de ruta para activar el ámbito espacial en el país<sup>5</sup>.

En el informe de gestión presentado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en el 2009, se resalta la importancia del uso de la tecnología satelital. El Capítulo III Gestión del Conocimiento, expone que se ejecutó el Programa de Investigación en Desarrollo Satelital y se desarrollaron diferentes aplicaciones en el tema de Observación de la Tierra, con el propósito de promover el desarrollo de un entorno nacional de investigación tecnológica y la aplicación de la observación de la tierra en las políticas públicas nacionales, como gestión ambiental, ecosistemas, recursos hídricos, tiempo, clima y suelos, gestión de riesgo, entre otros (IGAC, 2009).

En temas educativos, relacionados con la creación del programa académico, la Ley 30 de 1992 del Congreso de la República de Colombia expone que los programas de pregrado deben preparar para el desempeño de ocupaciones para el ejercicio de una profesión o disciplina determinada, de naturaleza tecnológica o científica o en el área de las humanidades, las artes y la filosofía (Consejo Nacional de Acreditación, 1992). Para la operación de un programa académico es necesario contar con el Registro Calificado, el cual será otorgado por el Ministerio de Educación Nacional a las instituciones de educación superior legalmente reconocidas en Colombia, mediante acto administrativo motivado en el cual se ordenará la inscripción, modificación o renovación del programa en el SNIES, cuando proceda (SACES, 2017).

### **1.9.2.2. Económico**

La industria aeroespacial en América Latina estima que para el 2034 se necesitarán más de 2.534 aeronaves nuevas por efectos del crecimiento de la demanda de viajes aéreos en la región. Estas cifras suenan comprometedoras para la creciente industria aeronáutica colombiana, que en los últimos 10 años se ha desarrollado en su gran mayoría en Bogotá, Cali, Dosquebradas (Risaralda) y Rionegro (Antioquia) con una participación mayoritaria

---

<sup>5</sup> Información suministrada por la Coronel Daissy Garcés Nájar.

en servicios de entrenamiento, mantenimiento de aeronaves, fabricación de piezas y partes. En materia de exportación, este mercado calculó ventas de productos y servicios que superaron los US\$15 millones en el 2015 (Dinero, 2017a).

Se estima que América Latina y el Caribe tendrán un crecimiento anual del mercado aeronáutico del 4,7% entre 2015 y 2025. El mismo estudio proyecta que la región pasará de adquirir \$3,2 mil millones de dólares en 2015 a adquirir \$6,5 mil millones de dólares para el 2024, produciendo motores, servicios de mantenimiento de aviones y fabricación de fuselajes (Aviation Week, 2015).

Con este enfoque, el Gobierno Nacional ha inscrito tratados de libre comercio, con acuerdos internacionales de inversión con:

- México
- CAN
- CARICOM
- MERCOSUR
- Chile
- Canadá
- Estados Unidos
- EFTA
- Cuba
- Alianza del Pacífico (Ministerio de Industria y Turismo, n.d.)

Según información de la Aeronáutica Civil, en Colombia hay 127 empresas locales y 45 extranjeras, 45 centros de instrucción y 96 talleres dedicados a temas aeronáuticos, dentro de las cuales se incluyen las aerolíneas comerciales. A esto hay que sumarle entidades gubernamentales, como la Fuerza Aérea Colombiana, y las universidades con programas aeronáuticos y aeroespaciales.

El mercado de las partes y piezas aeronáuticas mueve unos \$4 billones anuales, mientras que las exportaciones de productos y servicios llegaron a los US\$15 millones. A partir del 2010 la participación del PIB aéreo en el PIB nacional ha venido en aumento, creciendo a una tasa promedio anual del 9.6%, mientras que la producción nacional lo hizo solo el 4.1%. Adicional, en los últimos 10 años se triplicó el número de pasajeros con una tasa promedio anual del 10.5%. (“Consulta de empresas aéreas,” n.d.; Gaviria, 2017)

Para el año 2011, la industria aeroespacial mundial ascendió a 530 billones de dólares, según información analizada por *ICF International, Inc.*, allí se resalta el liderazgo en la industria por Estados Unidos, seguido por Francia y China y el crecimiento de países latinoamericanos como Brasil y México (ver Anexo 1) (ICF International, 2012).

Adicionalmente, la apertura de oficinas de la gigante *Airbus* en la capital del país, genera posibilidades infinitas para la industria colombiana, puesto que tan solo en el 2016, *Airbus* subcontrató más de 40.000 millones de euros a por lo menos 12.000 subcontratistas en los 5 continentes. (Dinero, 2018)

En el ámbito educativo, la educación superior tiene una relación estrecha con la economía del país por medio de su influencia en el mercado laboral y en el aumento de la productividad total de la economía. A esto se suma las crecientes inversiones en recursos físicos y humanos que se requieren para llevar a cabo las labores de enseñanza y de investigación de calidad, que deben ser financiados y administrados en función de los

objetivos de la educación (Gabriel Misas Arango, 2015). A nivel gubernamental, el presupuesto del Ministerio de Educación pasó de 23 billones de pesos en el 2012 a 33 billones en el 2017, lo que significa un incremento del 43% en un periodo de 5 años. Dentro de este presupuesto se incluye el programa Ser Pilo Paga, que brinda becas de estudio en instituciones de educación superior a estudiantes de bajos recursos que demuestren excelencia académica. Actualmente el programa está en su cuarta convocatoria, teniendo un acumulado en sus anteriores tres convocatorias de 31.971 cupos adjudicados en 990 municipios del país. Sin embargo, se debe tener en cuenta que siendo este una política del gobierno Santos, el programa Ser Pilo Paga podría no tener continuidad a futuro (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2017).

Sin embargo, la Escuela está catalogada como institución universitaria y no como universidad, lo que genera una desventaja frente a estas últimas, pues son menos los beneficios y programas por parte del gobierno a los que podría llegar a acceder, haciendo que su desarrollo tenga un grado de dificultad mayor.

La financiación de créditos universitarios en Colombia está dividida en el sector público y privado, para el primero se cuenta con el ICETEX, que ofrece tasas de interés del 14,75% EA durante el tiempo de financiación (ICETEX, 2017) y Colfuturo, entidad que graba la deuda en dólares americanos con tasa de 7% EA durante el tiempo de estudio y un 9% EA de amortización de la deuda (Colfuturo, 2017). En el sector privado se encuentran las entidades financieras, las cuales ofrecen tasas de interés que oscilan entre el 18,16% y el 23,14% EA; y créditos en universidades con tasas del 17,45% EA (Semana, 2016a). Al acceder a un crédito universitario hay que tener en cuenta que desde el 2014 el precio del dólar ha alcanzado techos históricos, la depreciación del peso colombiano se ubicó en valores mínimos y que la inflación ha aumentado a lo largo de los años, 2014 (3,66%), 2015 (6,77%) y 2016 (5,75%) (Portafolio, 2017a), lo que consecuentemente eleva el valor de los créditos multiplicaran, haciendo que el costo de vida de estudio sean cada vez más elevados.

### **1.9.2.3. Social**

La población colombiana presentó un crecimiento del 39,27% entre 1985 y 2005, pasando de más de 30 millones a casi 43 millones de habitantes. Se espera que del 2005 al 2020 la población del país incremente en un 18,7% alcanzando casi 51 millones de habitantes (Social, 2015). En el 2016, en condiciones de calidad de vida, el 95,4% de personas en el total nacional manifestó estar afiliada al sistema general de seguridad social en salud, el 58,1% usan internet en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo, y el 45,2% de los hogares manifiesta tener un computador (DANE, 2016).

Las políticas recientes en educación en Colombia han permitido que un mayor porcentaje de la población tenga acceso a los diferentes niveles educativos; entre el año 2000 y 2012-2013 los inscritos a educación preescolar pasó de 36% a 45%; sin embargo, esto es una cifra muy inferior al promedio de la OCDE (84%). Para el periodo entre el 2002 y 2012-2013 los matriculados en educación básica secundaria aumentaron de 59% al 70% y en media del 30% al 41%. Para la educación superior la tasa de matriculados se duplicó entre el 2000 y 2013, pasando del 24% al 48%.

No obstante, a nivel educativo se presenta una desigualdad que es reflejo de las condiciones económicas del núcleo familiar. De acuerdo con la Encuesta Demográfica y de Salud en Colombia 2009-2010, un estudiante del nivel socioeconómico más bajo tiene una esperanza de vida escolar de 6 años, mientras que un estudiante del nivel socioeconómico más alto tiene el doble (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016).

Según el índice Global de Habilidades, un estudio realizado por *Hays* y la Universidad de Oxford, el país cuenta con un panorama laboral calificado como “complejo”, debido principalmente a que la gran mayoría de los profesionales colombianos no cumplen con los requerimientos básicos que solicitan las empresas, por lo que las compañías han tenido que importar talento para ocupar las vacantes disponibles. De igual manera, el estudio determina que la falta de preparación y de oportunidades en educación y capacitación hace que los colombianos accedan, en su mayoría, a empleos informales con salarios muy bajos, afectando el mercado nacional (Portafolio, 2017b).

En Colombia, la ingeniería es una de las áreas del conocimiento más demandadas y mejor pagas puesto que ofrecen infinidad de beneficios a las empresas, aun así, la revista *Semana* menciona, que según estudios del SENA, para el 2018 harán falta cerca de 90.000 ingenieros en Colombia y advierte que si no se toman medidas, es posible que la tendencia se agrave (“Semana,” 2016b). Cada vez hay más jóvenes tratando de ingresar en el mercado laboral, de ahí la importancia de elegir bien el programa que desea impartir, cuál es su propósito y hacia dónde va para proyectar un futuro profesional exitoso para los jóvenes ingenieros.

Las tendencias actuales consideran a los jóvenes estudiantes nacidos entre 1980 y 2000 como parte de la generación del milenio o “*millennials*”, jóvenes que han afrontado cambios tecnológicos, culturales, sociales y económicos, entre otros en menos de 20 años y han aprendido a adaptarse a estos. Su identidad cultural se fundamenta en las facilidades que poseen en su hogar, que crecieron para ser idealistas, impacientes y sus padres, en la gran mayoría, tienen la facilidad financiera para educarlos, volviéndose así la generación más preparada académicamente. Algunos sociólogos han identificado una nueva generación dentro de los *millennials*, llamada los “ninis”, *ni* estudian *ni* trabajan, la cual ha incrementado su número en Colombia y América Latina (El Espectador, 2014), alcanzando un 32% de la fuerza laboral a nivel global en 2016 y se espera que para el 2025 correspondan al 75% (“Dinero,” 2016a).

#### **1.9.2.4. Tecnológico**

Grandes avances tecnológicos se deben a la conquista espacial como el *GPS*, realidad virtual, telemedicina, velcro, lentes de contacto y láser son objetos corrientes que hoy no existirían si no hubiera sido por las tecnologías desarrolladas por la exploración espacial (Diario La Información, 2016).

La industria aeroespacial se caracteriza por demandas elevadas de inversión, por la utilización intensa de mano de obra calificada, por la integración de actividades multidisciplinarias, la generación de tecnología de punta con una evolución muy rápida, la transferencia de innovación a otras industrias, la fabricación de productos muy complejos de alta tecnología, y porque los países que poseen esta tecnología la catalogan como

decisiva para sus estrategias y creación de políticas e incentivos para impulsar su desarrollo (Rodríguez Audor, 2014).

El rápido cambio tecnológico por el que atraviesa el mundo contemporáneo, con un uso masivo de tecnologías como los teléfonos inteligentes con cada vez mayor capacidad; utilización de drones, el procesamiento de datos y minería de la información, así como nuevas tecnologías como impresoras en 3D, robótica, micro sensores y baterías cada vez más pequeñas y potentes, nuevos materiales y conocimientos cada vez más importantes en biomedicina (Madridmasd.org, 2008), plantean retos a la sociedad y oportunidades para que la humanidad pueda aprovechar.

En pleno siglo XXI, donde los robots y los ordenadores son cada vez más inteligentes y los carros conducen de forma autónoma, es una realidad que en algunos países ya han sido implementadas leyes para la regulación del uso de vehículos automatizados (Ecomotor.es, 2012) aplicables a autos particulares, autobuses, taxis y camionetas de viajes a larga distancia. Con estos avances tecnológicos se espera que los trabajos de conducción en los países más desarrollados desaparezcan en 2038 dejando esta labor a sistemas y robots (El Economista, 2013).

El uso de transferencia de información en el escenario actual presenta una humanidad que necesita de un conocimiento unificado y compartido que aproveche tendencias como la globalización, la automatización de procesos, prácticas industriales sostenibles, y el desarrollo de ambientes productivos de competencia, que trascienden los límites geográficos y pone a las empresas, países y entes territoriales a competir en un mismo escenario, donde se observa la necesidad de crear o adaptar nuevos conocimientos a las necesidades actuales (INAPI, 2017).

La obsolescencia tecnológica es un fenómeno creciente en los sistemas de información y el conocimiento, la cual, además de originar una problemática ambiental por el aumento en la cantidad de basuras generadas, pone en peligro la información por la incompatibilidad de los dispositivos a nuevas tecnologías. La Sociedad de la Información y el Conocimiento, se afianza con las estrategias dirigidas a la manifestación del acceso a las TIC, a través del crecimiento de la oferta de equipos y servicios a los usuarios, centrados en el consumo masivo y bajo la premisa “tecnología es la base del desarrollo” (Vega, 2013).

La Fuerza Aérea Colombiana inauguró en el 2002 el Centro de Investigación en Tecnología Aeronáutica, CITA, el cual, desde el 2010 se conoce como Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales - CITAE, con el objetivo de convertirse en uno de los centros de investigación de influencia nacional e internacional. Con sus laboratorios propios ha participado en proyectos de carácter militar y de defensa, así como en actividades académicas y de investigación, la cual ha encaminado en cuatro líneas principales: envejecimiento de aeronaves, diseño de aeronaves militares, robótica aérea y propulsión (Fuerza Aérea Colombiana, n.d.).

Para finales del 2015 la Fuerza Aérea Colombiana proyectó el lanzamiento al espacio del primer nanosatélite 100% colombiano, llamado FACSAT-1, el cual tenía “...por objeto integrar diferentes procesos y sistemas de ingeniería orientados a consolidar un proyecto cuya misión es la detección y captura de imágenes de observación de la Tierra”. Este

lanzamiento no se realizó debido al desfinanciamiento del proyecto producto de los recortes presupuestales realizados a las FAC.

#### **1.9.2.5. Ambiental**

Colombia cuenta con una amplia normatividad ambiental enmarcada dentro de la ley 93 de 1993, conocida como la Ley General Ambiental, por medio de la cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente y se estructuró el Sistema Nacional Ambiental, SINA.

Uno de los mayores avances del país en materia ambiental fue la expedición del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante el decreto 1076 de 2015. Esta iniciativa del Gobierno pretende recopilar todos los decretos reglamentarios vigentes expedidos hasta la fecha que desarrollan las leyes ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

El Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible menciona en el Capítulo 3. Licencias Ambientales, Sección 1. Disposiciones Generales, Artículo 2.2.2.3.1.3. Concepto y alcance de la licencia ambiental, que:

“La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada”.

A nivel global la industria aeroespacial se ha visto afectada por normativas ambientales cada vez más estrictas, lo que ha obligado a invertir grandes sumas de dinero en investigación y desarrollo para el cumplimiento de dichas normas, construyendo motores y sistemas de propulsión más eficientes y de menos emisiones contaminantes, o con el uso de materiales más livianos que den una mayor eficiencia energética de los aviones y cohetes (Cameron et al., n.d.).

Se estima que para el 2050 el 3% de las emisiones de los gases de efecto invernadero serán relacionadas con el tráfico aéreo de vuelos internacionales. Sin embargo, actualmente diferentes agentes del sector están trabajando para reducir esta cifra. Adicionalmente, se tienen objetivos ambientales para el periodo 2010-2020, enfocados a reducir el ruido a la mitad en 2020, comparándolo con los estándares del año 2000, así como el 50% de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y del 80% de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), y un ahorro de un 30% de combustible (Agencia Sinc, 2013).

## 2. IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO

La identificación y alineación estratégica del proyecto que se presenta en este capítulo permitirá conocer las estrategias nacionales, regionales, locales y sectoriales que pueden afectar el proyecto, las cuales deberán ser tenidas en cuenta para propiciar un entorno sólido para la ejecución del mismo. Adicionalmente, se contextualiza el proyecto dentro de la Escuela, planteando su propósito y justificación, así como los antecedentes del mismo. Finalmente, el proyecto será alineado con la estrategia organizacional ya existente de la Escuela, demostrando la validez de llevar a cabo el presente estudio.

### 2.1. Revisión de las estrategias globales, nacionales, regionales, locales y sectoriales, que puedan afectar el Proyecto

A continuación se realiza una revisión de las estrategias y políticas globales y nacionales que pueden afectar el proyecto.

#### Ámbito global

La Organización de las Naciones Unidas mediante la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, UNOOSA por sus siglas en inglés, promueve la cooperación internacional en la explotación y exploración pacífica del espacio y en la utilización de la ciencia y la tecnología espacial como elementos claves para el desarrollo económico y social de forma sostenible (UNOOSA, 2017a).

La Oficina ha desempeñado un papel importante al establecer legislación internacional relativa al espacio y al prestar asistencia los Estados Miembros de las Naciones Unidas para que puedan establecer marcos jurídicos y reglamentarios relacionados con las actividades espaciales, ayudando a integrar las capacidades espaciales en los programas nacionales de desarrollo (UNOOSA, 2017a).

UNOOSA ha aprobado cinco (5) tratados internacionales y cinco (5) grupos de principios relacionados con las actividades espaciales (UNOOSA, 2017b), los tratados conocidos como los “cinco tratados de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre” son:

- *OST (Outer Space Treaty)*: tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes (1966).
- *ARRA (Rescue Agreement)*: acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1967).
- *LIAB (Liability Convention)*: convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales (1971)
- *REG (Registration Convention)*: convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1974).
- *MOON (Moon Agreement)*: acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes (1979) (UNOOSA, 2013).

Colombia, como Estado Miembro de las Naciones Unidas, tiene participación en UNOOSA y de los cinco (5) tratados sobre el espacio ultraterrestre, a enero de 2017, ha firmado dos (2) y ratificado otros dos (2), tal como se observa en la Ilustración 5. La firma

y ratificación de dichos tratados se traduce en un compromiso nacional para implementar estrategias que permitan dar cumplimiento a estos, lo que a su vez sería una gran apuesta para incrementar las oportunidades de crecimiento y desarrollo económico y social.

**Ilustración 5. Situación de los acuerdos internacionales relativos a las actividades en el espacio ultraterrestre**

State, area or organization	United Nations treaties					Other agreements										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	1967	1968	1972	1975	1979	1963	1974	1971	1971	1975	1976	1976	1976	1982	1983	1992
OST	ARRA	LIAB	REG	MOON	NTB	BRS	ITSO	INTR	ESA	ARB	INTC	IMSO	EUTL	EUM	ITU	
Burundi	S		S	S		S		S <sup>a</sup>								R
Cambodia			S													R
Cameroon	S	R				S		R					R			R
Canada	R	R	R	R		R		R		<sup>b</sup>			R			R
Cape Verde						R		R								R
Central African Republic	S		S			R		R								R
Chad						R		R								R
Chile	R	R	R	R	R	R	R	R					R			R
China	R	R	R	R		R		R					R			R
<b>Colombia</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>R</b>	<b>R</b>		<b>R</b>	<b>R</b>	<b>R</b>					<b>R</b>			<b>R</b>
Comoros								R					R			R
Congo								R								R
Cook Islands													R			
Costa Rica		S	S	R		R	R	R					R			R
Côte d'Ivoire						R	S	R								R
Croatia		R	R			R	R	R					R	R	R	R
Cuba	R	R	R	R				R	R			R	R			R
Cyprus	R	R	R	R		R	S	R					R	R		R
Czech Republic	R	R	R	R		R		R	R	R		R	R	R	R	R
Democratic People's Republic of Korea	R	R	R	R				R	R				R			R

Fuente: situación de los acuerdos internacionales relativos a las actividades en el espacio ultraterrestre tomado de (UNOOSA, 2017c)

### Ámbito nacional

La Constitución Política de Colombia de 1991 estableció en el artículo 101 los límites territoriales, allí expone que son parte del territorio "...el espacio aéreo, el segmento de la órbita geoestacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa, de conformidad con el Derecho Internacional o con las leyes colombianas a falta de normas internacionales" (Corte Constitucional, 2016).

El Estado colombiano ha reconocido la importancia de la utilización pacífica de las tecnologías espaciales y ha sido enfático en exponer la necesidad de implementar esta tecnología en el país como factor significativo para el desarrollo económico, social y cultural.

Uno de los grandes aportes ha sido el Decreto 2442 de 2006, mediante el cual se creó la Comisión Colombiana del Espacio, la cual tiene como función general "orientar al Estado

en la ejecución de la política espacial nacional...y coordinar la elaboración de planes, programas y proyectos en este campo, que contribuyan al aumento de la productividad, la eficiencia y la competitividad nacional” (Ministerio de relaciones exteriores, 2006).

Así mismo, en el año 2010 el Departamento Nacional de Planeación elaboró el documento CONPES 3683 “Lineamientos para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra - PNOT que incluya el diseño de un Programa Satelital Colombiano - PSC”, el cual expuso las estrategias de creación de programas que “organizarán la disponibilidad de información del territorio y fomentarán las actividades de investigación e innovación tecnológica que apoyen los programas de desarrollo nacional, regional, local y sectorial” (Planeación, 2010) cuyo propósito final es “proporcionar información geoespacial...y fortalecer la soberanía, la gobernabilidad y la toma de decisiones para la gestión de los recursos del país, de manera que redunde en beneficios sociales y económicos para los ciudadanos” (Planeación, 2010).

De igual manera, con el Decreto 2516 de 2013 se creó el Programa Presidencial para el Desarrollo Espacial Colombiano – PPDEC, con el fin de que lidere, coordine, fortalezca e impulse el desarrollo espacial colombiano y su integración al escenario internacional, a través de la implementación de planes, proyectos, y programas que amplíen los beneficios que las tecnologías espaciales y permitan generar una nueva área de desarrollo industrial y de conocimiento para Colombia (Departamento, Presidencia, & República, 2013).

Finalmente, es importante resaltar las estrategias del Gobierno Nacional establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 Todos por un nuevo país que tienen impacto en el proyecto. En primer lugar, el objetivo 3 del capítulo V Competitividad e infraestructuras estratégicas, enmarca los esfuerzos del gobierno para promover el desarrollo de aplicaciones y servicios basados en tecnologías satelitales. En segundo lugar, el objetivo 4 del mismo capítulo se propone impulsar el desarrollo científico-técnico del país a través de la CCE (DNP, 2015).

## **2.2. Estrategia organizacional**

El proyecto en mención se desarrolla dentro de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, institución educativa que ha formulado el Plan de Desarrollo Institucional 2016 – 2025, el cual se compone de siete ejes estratégicos, siete objetivos generales, 34 objetivos específicos, 22 programas y 70 proyectos, los cuales en conjunto se proponen alcanzar mayores niveles de adelanto científico y tecnológico, pertinencia social y excelencia institucional (Sánchez Silva et al., 2016a).

Para la ejecución del proyecto, toma gran relevancia el Eje 1 (formación de excelencia), mediante el cual la Escuela busca “formar profesionales reconocidos por sus competencias científicas y técnicas y por su calidad humana, preparados para asumir con sensibilidad social el compromiso con su profesión y con el desarrollo armónico de su entorno” a través de objetivos específicos como la oferta de “programas de pregrado...de excelencia, diferenciadores, dinámicos y atractivos” (Sánchez Silva et al., 2016a).

El eje 2 (desarrollo de la investigación y la innovación), también favorece un entorno sólido para el proyecto, puesto que concibe un camino para la investigación y la

innovación en la Escuela mediante objetivos específicos, como incrementar la producción de carácter científico y tecnológico que aporte al crecimiento del país (Sánchez Silva et al., 2016a).

### **2.3. Planteamiento del proyecto**

El planteamiento del proyecto busca exponer de forma clara y concreta sus aspectos claves, tales como el nombre, el propósito, los antecedentes, la justificación o razón de ser, los productos y entregables principales y otros que se consideren importantes. Teniendo esto en cuenta, se presenta a continuación el planteamiento del proyecto objeto de este estudio.

#### **2.3.1. Nombre del proyecto**

Creación del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

#### **2.3.2. Propósito del proyecto**

Contribuir al desarrollo de nuevos campos y áreas del conocimiento, principalmente relacionadas con la Ingeniería Aeroespacial en Colombia, fortaleciendo la cultura académica institucional enmarcada en la excelencia, promoviendo la vocación de servicio a la comunidad y creando ideas innovadoras que busquen el perfeccionamiento de las habilidades del ser humano y que favorezca el desarrollo económico y social del país.

#### **2.3.3. Antecedentes del proyecto**

El desarrollo de las tecnologías espaciales se inició justo después de la Segunda Guerra Mundial, durante la Guerra Fría, cuando comenzó la carrera espacial entre dos potencias, Estados Unidos (*EEUU*) y la extinta Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (*URSS*), que protagonizaron una carrera espacial por obtener el liderazgo espacial.

A finales de los años 40, se planteó la iniciativa de salir de la atmósfera terrestre, con el uso de cohetes portadores. Durante la década de los 50, científicos soviéticos y estadounidenses llevaron a cabo investigaciones de las capas superiores de la atmósfera, así como pruebas de vuelos suborbitales para practicar el control de vuelos y telemetría.

La carrera espacial empezó con el lanzamiento del primer satélite artificial "SPUTNIK", lanzado por la URSS el 4 de octubre de 1957. Luego, fue enviada al espacio la perra Laika convirtiéndose en el primer animal en el espacio el 3 de noviembre de 1957, también por la URSS. Cuatro años después, el cosmonauta Yuri Gagarin se convirtió en el primer hombre en el espacio. Posteriormente, el Apolo 11 llegó en 1969 a la Luna y ahí empezó la búsqueda a la conquista de nuevos entornos y planetas fuera y dentro del sistema solar, con el envío de sondas y sensores remotos hasta la fecha construida.

En consecuencia, el ente regulador a nivel mundial es la Oficina de Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Exterior. Una organización de la Asamblea General de las Naciones Unidas, encargada de implementar las políticas de la asamblea relacionadas con el uso del espacio ultraterrestre o exterior y proporcionar apoyo a las naciones en vías de

desarrollo con el objetivo de usar las tecnologías derivadas de la investigación espacial, para el desarrollo de sus economías. La Oficina implementa el Programa de Aplicaciones Espaciales y entre sus principales responsabilidades se encuentra el mantener el registro de objetos lanzados al espacio exterior. Actualmente, 26 países aportan al presupuesto anual de esta Oficina y su funcionamiento (“UNOOSA United Nations Office for Outer Space Affairs,” 2017).

En Colombia, la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), creada por medio del Decreto 2441 de 2006, fue concebida como un “órgano de consulta, coordinación, orientación y planificación” para establecer la política espacial de la nación. La CCE se encuentra en cabeza de ministerios y entidades gubernamentales, que por su función deben utilizar tecnologías del espacio, y es presidida por el Vicepresidente de la República. La CCE fue pensada como un primer paso para crear una Agencia Espacial Colombiana, una especie de NASA autónoma, con un presupuesto definido que le permitiría canalizar y coordinar los esfuerzos de diversas instituciones interesadas en los temas espaciales

Con el Decreto 2516 de 2013 se creó el Programa Presidencial para el Desarrollo Espacial Colombiano (PPDEC), dependiente del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, busca destacar el uso y la aplicabilidad de la tecnología espacial dentro de las áreas de salud, educación, gestión y manejo de riesgos, conectividad total del territorio colombiano, gobernabilidad, administración de recursos naturales, seguridad y defensa nacional.

La Escuela, encabezada por la Unidad de Proyectos organizó en julio de 2015 el Primer Encuentro de Gerentes de Proyectos, el cual contó con la participación como conferencista del Dr. Mario Pérez<sup>6</sup>, científico de la NASA, quien manifestó su interés en fortalecer el tema aeroespacial en Latinoamérica; en especial, Colombia.

Durante el 2015, se tuvieron acercamientos con el Dr. Mario Pérez en temas que podrían ser de interés para la Escuela, como charlas y cursos sobre temas aeroespaciales y de Ingeniería Aeroespacial, diseño de la cátedra aeroespacial, creación de un diplomado sobre temas aeroespaciales, creación del programa de Ingeniería Aeroespacial y conformación de un Instituto Virtual de Ciencias Aeroespaciales. Posteriores conversaciones con la Dra. Adriana Ocampo<sup>7</sup> originaron la idea de la creación de la Cátedra en Ciencias Aeroespaciales, donde se conecten carreras de la Escuela con un programa de educación virtual o intercambio internacional con universidades en otros países y lograr la especialización o maestría en ciencias espaciales como arquitectura aeroespacial, ciencias del sol, medicina espacial, entre otros, de los estudiantes de ingeniería en la Escuela.

En febrero de 2016 la Dra. Adriana Ocampo y el Dr. Mario Pérez plantearon interrogantes sobre si la Escuela contempla dentro de su visión y su plan estratégico la inclusión de temas aeroespaciales y sobre la posibilidad de entablar colaboraciones con la NASA.

---

<sup>6</sup> Físico y astrónomo, *discipline scientist* del Programa de Orígenes Cósmicos de la División de Astrofísica de la NASA (“Dr. Mario R. Perez | Science Mission Directorate,” n.d.)

<sup>7</sup> Geóloga planetaria, directora del programa de la Ciencia, líder del programa *New Frontiers* de NASA.

Posteriormente, la Escuela manifestó su interés en los temas aeroespaciales y se propuso la visita de la Dra. Adriana en el segundo semestre del 2016 en el marco de Eficiencia; sin embargo, por temas personales la visita no se realizó.

En el 2017, el Dr. Mario Pérez fue conferencista en el Segundo Encuentro de Gerentes de Proyectos y visitó las instalaciones de la Escuela, demostrando una vez más su apoyo a la formación de este programa en la región y su interés en continuar con las conversaciones sobre temas que puedan concernir a la Escuela y aportar a la visibilidad y crecimiento de la institución.

Finalmente, durante el 2017 se presentaron ante el Consejo Directivo de la Escuela las ideas tratadas con el Dr. Mario Pérez y la Dra. Adriana Ocampo, y se aprobó la iniciación del proyecto de creación del programa de Ingeniería Aeroespacial.

#### **2.3.4. Justificación o razón de ser del proyecto**

A continuación se establece la justificación del proyecto, analizándola desde las oportunidades por aprovechar, las necesidades por satisfacer y las exigencias por cumplir.

##### **2.3.4.1. Oportunidad por aprovechar**

- De acuerdo con lo expuesto por el Dr. Mario Pérez en su conferencia “Creando el futuro a través de Planeamiento Estratégico – El Espacio en el 2050”<sup>8</sup>, el país tiene amplias oportunidades de implementación de tecnologías espaciales. Los beneficios más relevantes se verían en la prevención de fenómenos climáticos como derrumbes e inundaciones a través de la medición del espacio, en el incremento de la explotación minera mediante la localización de los recursos subterráneos, en el aumento de la explotación pesquera gracias al seguimiento que se puede realizar al *krill* que permitiría localizar más eficientemente los barcos pesqueros, en el perfeccionamiento de actividades militares gracias a la identificación de guerrillas en la noche y finalmente, en la transferencia tecnológica de *NASA* para aplicaciones en la vida diaria, de las cuales se pueden originar emprendimientos (Pérez, 2017).
- En el ámbito colombiano, el aumento del tráfico aéreo de pasajeros de 34 millones 131 mil personas movilizadas en 2015 a 35 millones 773 mil en 2016 (Aeronáutica Civil de Colombia, 2017) explica un crecimiento del sector aeronáutico importante y se espera que sea del 19% anual en los siguientes 5 años (Universidad de Antioquia, n.d.-a).
- Latinoamérica experimentará un crecimiento del 5,2% anual en el mercado de mantenimiento, reparación y operación de aeronaves (MRO), que se traducen en un potencial mercado aprovechable de 2.3 billones de dólares a lo largo de la próxima década, según el informe *Latin America and Middle East poised for MRO growth, but*

---

<sup>8</sup> Conferencia realizada el jueves 13 de julio de 2017 en el marco del Segundo Encuentro de Gerentes de Proyectos de la Escuela

*face challenges* de 2015 de la reconocida revista *Aviation Week & Space Technology* (Aviation Week & Space Technology, 2015).

- Existe un crecimiento importante en el mercado de UAS (Sistemas Aéreos no Tripulados, conocidos comúnmente como drones), del cual se puede tomar ventaja. Se prevé que la producción mundial no militar de UAS pasará de 2.6 billones de dólares en 2016 a 10.9 billones de dólares en 2025, con una tasa de crecimiento anual de 15.4% y pronostica que durante la próxima década el mercado totalizará 65 billones de dólares, según *Teal Group Corporation* (Teal Group Corporation, 2016).
- Según lo afirmó en una entrevista concedida a la revista *Dinero*, el vicepresidente de *Airbus* para América Latina y el Caribe, Alberto Robles, la compañía, pionera en la industria aeroespacial, ha identificado grandes capacidades en la industria colombiana y amplias posibilidades para ingresar al segmento de fabricación de componentes y al desarrollo de sistemas para el sector aeroespacial. (*Dinero*, 2018)
- Colombia es considerada como uno de los países más estratégicos del mundo, según Alberto Robles, vicepresidente de *Airbus* para América Latina y el Caribe. En entrevista con la revista *Dinero*, informó que el principal objetivo de contar con oficinas en el país es promover, junto con el Gobierno, el desarrollo de la industria aeroespacial nacional a través de la creación de una cadena de suministro viable para la compañía. (*Dinero*, 2018)
- *Airbus* pronostica una demanda creciente en el transporte aéreo, la cual ha sido impulsada por el resurgimiento económico en Latinoamérica, que en los próximos 20 años, necesitará 2.677 nuevos aviones de pasajeros y de carga para satisfacer la demanda, lo que equivale a 2.084 aviones de pasillo único y 693 de fuselaje ancho valorados en US\$352.000 millones. (*Dinero*, 2018)

Para atender los retos y oportunidades que se exponen es necesario que la Escuela inicie la formación de profesionales con altos conocimientos técnicos que puedan responder a los crecimientos del mercado y a las necesidades de innovación que trae consigo la implementación de tecnologías espaciales.

#### **2.3.4.2. Necesidad por satisfacer**

- Es necesario sacar al país del atraso tecnológico y de desarrollo a nivel regional en el que se encuentra, en comparación con países como Brasil y México que son líderes en el sector aeroespacial latinoamericano.
- Se requiere implementar tecnología satelital propia que permita contrarrestar la falta de información espacial en el país y la región.
- Según *Airbus*, es necesario desarrollar en el país, una red de transporte aéreo de emergencia para atender a la población en zonas poco accesibles, además de expandir las posibilidades en el mercado de la aviación privada y de negocios, “donde las nuevas misiones de servicio público requieren helicópteros más versátiles y con menores costos de operación”. (*Dinero*, 2018)

- La educación universitaria necesita transformarse para ofrecer visiones ambiciosas, esperanzadoras y futuristas a las nuevas generaciones de estudiantes para poder seguir las tendencias globales en una era de avances espaciales, “esta es la justificación de comenzar a enseñar, inventar y construir para ser parte de la gran aventura espacial de nuestros días. Este es el futuro en frente de nosotros. La Escuela Colombiana de Ingeniería tiene que participar y ser dueña de este futuro” – Mario Pérez.
- Es necesario fortalecer la relación entre la academia y las empresas, tal como lo menciona Alberto Robles, vicepresidente de Airbus para América Latina y el Caribe en entrevista con la revista Dinero, “hoy en Colombia hay pocas universidades con ofertas académicas que satisfagan la necesidad de una industria aeroespacial, por lo que se convierte en unos de los grandes retos del país: generar el capital humano especializado en las áreas que requiere la industria”. (Dinero, 2018)

#### **2.3.4.3. Exigencia por cumplir**

- Plan de Desarrollo Institucional 2016 – 2025 (Sánchez Silva et al., 2016b)

##### **Eje 1. Formación de excelencia**

Formar profesionales reconocidos por sus competencias científicas y técnicas y por su calidad humana, preparados para asumir con sensibilidad social el compromiso con su profesión y con el desarrollo armónico de su entorno.

##### **Objetivo específico**

Ofrecer programas de pregrado, posgrado y educación continuada de excelencia, diferenciadora, dinámica y atractivos, en las líneas e interés definidos por la institución para atender las necesidades del entorno.

##### **Eje 2. Desarrollo de la investigación y la innovación**

Potenciar la ejecución de proyectos de carácter científico y tecnológico con alto impacto social, de manera efectiva y sostenible, en un medio propicio, y lograr el reconocimiento y la consolidación de la Escuela en ese ámbito.

##### **Objetivos específicos**

- Fortalecer la cultura de I+i en la Escuela.
- Consolidar el sistema de investigación de la Escuela.

##### **Eje 3. Fortalecimiento de la relación con el entorno**

Articular las actividades institucionales con las necesidades y oportunidades de la sociedad mediante la integración con los graduados, el desarrollo de alianzas efectivas con sectores estratégicos y la internacionalización.

##### **Objetivos específicos**

Promover la internacionalización efectiva de los programas de formación, la investigación y la extensión.

Además de lo expuesto anteriormente, la creación del programa de Ingeniería Aeroespacial se justifica en “la imposibilidad de vivir actualmente sin tecnología espacial, como el *GPS*, en la posibilidad de re invertir el dinero que se invierte en exploración espacial en compañías terrestres para beneficio de la humanidad, y en la simple pero

fascinante visión de que el espacio es un elemento inspiracional donde se pueden integrar todas las áreas del conocimiento”<sup>9</sup> (Pérez, 2017).

### **2.3.5. Producto y entregables principales del proyecto**

El producto del proyecto es el programa de Ingeniería Aeroespacial creado en la Escuela. Los principales entregables, como sub productos, son:

- Estudio de Pre factibilidad
  - Perfil
  - Pre factibilidad
    - IAEP
    - Formulación
      - Estudio de mercado
      - Estudio técnico
      - Estudio ambiental
      - Estudio administrativo
      - Estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento
  - Evaluación Financiera
- Estudio de factibilidad
- Documento de anteproyecto
- Documento maestro
- Proyecto de formación

### **2.3.6. Otros aspectos**

El desarrollo del proyecto está enmarcado en la Ley 30 de 1992, mediante la cual se organizó el servicio público de Educación Superior, en el Decreto 1075 de 2015 (capítulo 2. Registro calificado, oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior), en la Guía para la elaboración del Documento Maestro de Registro Calificado y en el Plan de Desarrollo Institucional de la Escuela 2016 – 2025.

A continuación se presentan los supuestos y restricciones del proyecto en su etapa de pre factibilidad.

#### **2.3.6.1. Supuestos**

- La Escuela mantendrá el interés en la creación del programa.
- La normatividad y especificaciones aplicables al proyecto no cambiarán a lo largo de la etapa de pre factibilidad.
- Se contará con disponibilidad y accesibilidad a la información requerida por parte de la Escuela a lo largo de la etapa de pre factibilidad.

---

<sup>9</sup> Tomado de la Conferencia realizada el jueves 13 de julio de 2017 en el marco del Segundo Encuentro de Gerentes de Proyectos de la Escuela.

### **2.3.6.2. Restricciones**

- La etapa de pre factibilidad del proyecto no deberá exceder los \$87.064.000 y deberá culminar antes del 23 de marzo de 2019.

## 2.4. Alineación estratégica del proyecto

En la Tabla 6 se presenta la alineación estratégica del proyecto y se determina su contribución al logro de los objetivos específicos de la Escuela, el gobierno nacional y Colciencias.

Tabla 6. Alineación estratégica del proyecto

ORGANIZACIÓN	OBJETIVO INSTITUCIONAL	OBJETIVO ESTRATÉGICO	CONTRIBUCIÓN
<b>Escuela Colombiana de Ingeniería</b> "Plan de Desarrollo Institucional 2016-2025"	<b>Eje 1. Formación de excelencia:</b> formar profesionales reconocidos por sus competencias científicas y técnicas y por su calidad humana, preparados para asumir con sensibilidad social el compromiso con su profesión y con el desarrollo armónico de su entorno.	Ofrecer programas de pregrado, posgrado y educación continuada de excelencia, diferenciadora, dinámica y atractivos, en las líneas e interés definidos por la institución para atender las necesidades del entorno.	El programa de Ingeniería Aeroespacial tendrá un carácter multidisciplinario y novedoso en su contenido, aportando herramientas, desde esta ingeniería, para enfrentar los retos que afronta el país en ciencia y tecnología.
	<b>Eje 2. Desarrollo de la investigación y la innovación:</b> el principal propósito del plan estratégico de I+i es trazar el camino para la investigación y la innovación en la Escuela, contribuyendo al crecimiento del país mediante el cumplimiento de sus funciones misionales de docencia, investigación y proyección social, sustentados en los hallazgos del diagnóstico estratégico: enfoque y productividad, sostenibilidad y relacionamiento, cultura y desarrollo y procesos y tecnología de información.	Fortalecer la cultura de I+i en la Escuela.	Con el programa se crearán grupos investigación e innovación con profesores y semilleros enfocados en la recolección y generación de conocimiento sobre la Ingeniería Aeroespacial en el país.
		Consolidar el sistema de investigación de la Escuela.	El carácter multidisciplinario del programa permitirá que los diferentes laboratorios y grupos de investigación nuevos y existentes trabajen en forma conjunta y generen nuevas sinergias.
		Promover la internacionalización efectiva de los programas de formación, la investigación y la extensión.	A través del desarrollo, innovación e investigación se posicionará el programa de Ingeniería Aeroespacial y la Escuela, fortaleciendo la diferenciación en

ORGANIZACIÓN	OBJETIVO INSTITUCIONAL	OBJETIVO ESTRATÉGICO	CONTRIBUCIÓN
			la región y logrando alianzas internacionales para promover la movilidad estudiantil.
<b>Presidencia de la República</b> "Programa Presidencial para el Desarrollo Espacial Colombiano".	<b>Objetivo 2:</b> impulsar la innovación, la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país, pilares fundamentales en el Plan de Desarrollo Nacional.		La creación de un programa innovador en Ingeniería Aeroespacial impulsará el desarrollo científico y tecnológico, con tendencia global y de desarrollo económico y social del país.
	<b>Objetivo 3:</b> generar espacios de innovación debidamente soportados en la industria y academia nacional. De manera articulada generarían crecimiento sostenible y competitividad en beneficio de los intereses del Gobierno Nacional, de la economía y de los colombianos.		Mediante el programa de Ingeniería Aeroespacial se crearán centros de investigación que aportarán a la generación de conocimiento en ciencia y tecnología en beneficio de la academia y la industria nacional, con posibilidad de alianzas con el sector privado y productivo, innovadores en el país
	<b>Objetivo 4:</b> consolidar programas de investigación y gestión del conocimiento de los sectores productivos, académicos y privado colombianos.		
<b>Colciencias</b> "Plan Estratégico Institucional 2015-2018"	<b>Objetivo 1:</b> mejorar la calidad y el impacto de la investigación y la transferencia de conocimiento y tecnología.		El carácter multidisciplinario de la Ingeniería Aeroespacial y las alianzas con diferentes sectores (productivos y privados) aportará al fortalecimiento y mejoramiento de la investigación y transferencia de conocimiento.
	<b>Objetivo 2:</b> promover el desarrollo tecnológico y la innovación como motor de crecimiento empresarial y del emprendimiento.		El programa de Ingeniería Aeroespacial permitirá generar y fortalecer el conocimiento en diferentes áreas de la ciencia y tecnología, las cuales aportarán al crecimiento empresarial y al emprendimiento en el campo aeroespacial.

ORGANIZACIÓN	OBJETIVO INSTITUCIONAL	OBJETIVO ESTRATÉGICO	CONTRIBUCIÓN
<p><b>Gobierno de Juan Manuel Santos - Presidente de Colombia</b> "Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018"</p>	<p><b>Objetivo 2:</b> contribuir al desarrollo productivo y la solución de los desafíos sociales del país a través de la ciencia, tecnología e innovación.</p>	<p>Colombia como líder latinoamericano en un conjunto de áreas estratégicas del conocimiento, las cuales serán definidas con la participación de la academia, los centros de investigación y desarrollo tecnológico, los empresarios y las diferentes instancias del Gobierno nacional y regional.</p>	<p>La creación de un programa novedoso en el país y en Latinoamérica, impulsará el desarrollo económico y social del país desde la academia, haciendo participe a la Escuela como referente de investigación y desarrollo en Ingeniería Aeroespacial.</p>
	<p><b>Objetivo 4:</b> proveer la infraestructura y servicios de logística y transporte para la integración territorial.</p>	<p>El Gobierno nacional impulsará un mayor desarrollo de la capacidad científica-técnica del país como factor fundamental con la creación de la Agencia Nacional del Espacio.</p>	<p>El programa de Ingeniería Aeroespacial y los investigadores formados en los semilleros aportarán conocimiento técnico y científico a los diferentes sectores de la economía del país, y apoyarán a las entidades o agencias del estado dedicadas a la labor aeroespacial.</p>

Fuente: elaboración propia

## **2.5. Implicaciones de los resultados de la IAEP para el proyecto y para la Organización, o para el sector, la ciudad, la región, el país y el mundo**

A continuación se describen las implicaciones de los resultados de la IAEP:

### **Para el proyecto**

En vista de que el tema aeroespacial sigue tomando fuerza y avanza para eventualmente convertirse en una prioridad nacional, es necesario realizar seguimiento a los pasos que dé el gobierno en este aspecto, como por ejemplo lo relacionado con la Comisión Colombiana del Espacio, y a las iniciativas privadas, como la creación de la Agencia Espacial Colombiana. Adicionalmente, la formulación del borrador de documento CONPES de Política Nacional Espacial brindará una hoja de ruta para activar el ámbito espacial en el país.

El sector aeroespacial en Colombia está concentrado en la fabricación de piezas y partes de la industria aeronáutica, lo que implica que el proyecto debe tener un enfoque hacia esa dirección. Sin embargo, no se pueden dejar a un lado las falencias que tiene el país en cuanto a tecnología aeroespacial propia, por lo que el programa también tendrá que atender esta necesidad.

En cuanto al ámbito político, toma vital importancia conocer las propuestas de los candidatos a las próximas elecciones presidenciales 2018 en el país, puesto que esto determinará el camino a seguir de las actividades espaciales colombianas y las determinaciones en cuanto al futuro del programa Ser Pilo Paga. Se recomienda realizar un seguimiento detallado al mencionado programa, puesto que, en el caso de ser eliminado de los programas presidenciales, podría afectar negativamente la demanda del proyecto.

### **Para la Escuela**

Es conveniente que la Escuela continúe con el proyecto y cree el programa de Ingeniería Aeroespacial, pues hay un mercado en crecimiento que no se ha aprovechado de forma adecuada; tener profesionales en Ingeniería Aeroespacial permitirá tomar ventaja de este mercado.

El programa de Ingeniería Aeroespacial sería un aporte significativo a los objetivos estratégicos de la Escuela relacionados con la formación de excelencia y desarrollo de la investigación e innovación, por lo que es conveniente, en este aspecto, sacar adelante el proyecto.

Se debe aprovechar el gran auge de la exploración y explotación espacial para realizar grandes aportes científicos al país que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos y al reconocimiento científico de la institución.

### **Para el país y la región**

Dado el atraso tecnológico y científico, y la falta de competitividad en el sector aeroespacial que tiene Colombia, resulta importante fortalecerse en esta actividad, lo que llevará a que los beneficios sean mayores al ser partícipe y no solo observadora, se podrá formar una nueva fuerza profesional más capacitada para ser parte de los diálogos internacionales y alcanzar eventualmente el liderazgo de la región.

Con la ejecución del proyecto, el país estará en capacidad crear, atraer y retener grandes talentos científicos e investigadores que podrán contribuir al desarrollo económico y social de la nación y la región.

### **3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO**

La etapa de formulación busca exponer de manera clara y precisa los aspectos importantes que determinan la ejecución de un proyecto.

En este aparte, se presenta la formulación del proyecto “Creación del programa de pregrado de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito” la cual comprende: estudio de mercado, estudio técnico, estudio ambiental, estudio administrativo y estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiación.

#### **3.1. ESTUDIO DE MERCADO**

El presente estudio de mercado busca determinar la demanda actual y futura que atenderá el producto del proyecto, por medio del análisis de la competitividad, el estudio de oferta y demanda, la estrategia de comercialización, y los costos y beneficios asociados a las recomendaciones propuestas para este estudio.

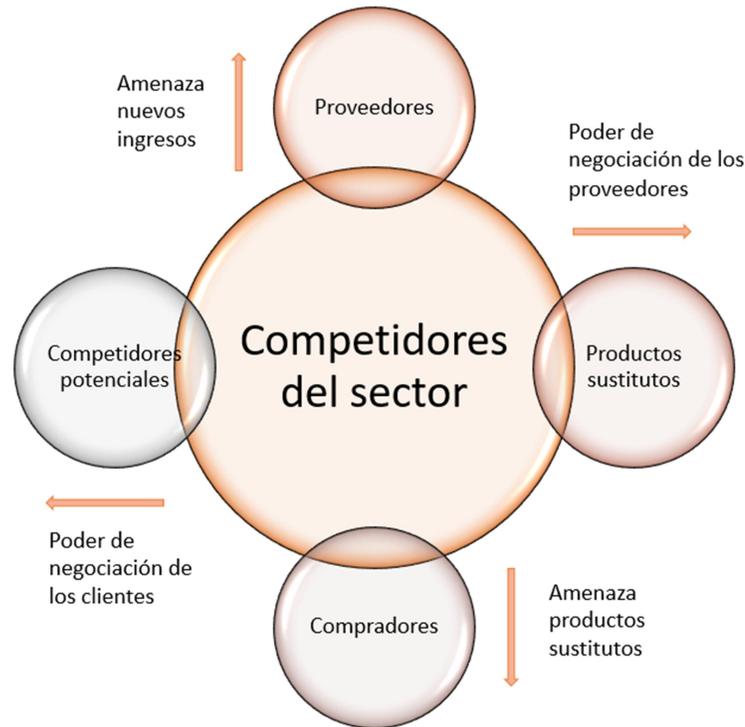
##### **3.1.1. Hallazgos**

A continuación, se presenta la información encontrada para el desarrollo del estudio de mercado en el análisis de competitividad, el estudio de la oferta y demanda, la estrategia de comercialización y los costos y beneficios asociados.

##### **3.1.1.1. Análisis de Competitividad**

Para el análisis de competitividad se utilizó el modelo estratégico de *Michael Porter* que se detalla en la Ilustración 6.

**Ilustración 6. Análisis de las cinco fuerzas de Porter**



Fuente: elaboración propia

- **Rivalidad entre competidores actuales**

Del análisis de competidores actuales, se puede concluir que sólo una (1) universidad en Colombia tiene dentro de su portafolio de programas académicos, un pregrado en Ingeniería Aeroespacial, la Universidad de Antioquia.

La Universidad de Antioquia tiene más de 70 años de servicio a la educación nacional, ocupando en los últimos 4 años el *Top 5* de las mejores universidades del país y entre las 20 mejores de Latinoamérica para el 2016 según la firma británica *Times Higher Education* (El Colombiano, 2017). Cuenta con seis seccionales en las subregiones de Urabá, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Suroeste, Oriente y Occidente; cuatro sedes municipales ubicadas en Amalfi, Yarumal, Sonsón y Distrito Minero Segovia-Remedios; así como dos convenios vigentes con los municipios de Envigado e Itagüí. La sede localizada en la seccional Oriente, situada específicamente en municipio El Carmen de Viboral ofrecerá el programa de Ingeniería Aeroespacial.

El programa de Ingeniería Aeroespacial que se ofrece en la seccional Oriente de la Universidad de Antioquia, está orientado a aquellas personas que deseen formarse como ingenieros aeroespaciales para responder a la demanda del sector aéreo y a las necesidades de tecnología espacial en el país. La Universidad de Antioquia inició actividades en el segundo semestre del 2017, y espera graduar su primera cohorte en el

2021, logrando una ventaja significativa en el diseño, desarrollo y puesta en marcha de este programa (“Nuevo programa de Ingeniería Aeroespacial,” 2016).

- **Competidores potenciales**

Para definir los participantes potenciales se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: i) que la institución contara con acreditación de alta calidad, ii) que la institución atesore trayectoria en programas de ingeniería y iii) que los programas fueran de modalidad presencial.

Se definieron estos criterios teniendo en cuenta que cualquier otra institución que los cumpla esta equiparada a con la Escuela para efectos de la evaluación de potenciales competidores.

Según el SNIES, existen 49 instituciones con acreditación de alta calidad, de las cuales 38 cumplen con los criterios listados anteriormente (ver Tabla 7).

**Tabla 7. Competidores potenciales**

<b>NO.</b>	<b>COMPETIDORES POTENCIALES</b>
1	Escuela naval de cadetes Almirante Padilla
2	Fundación Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano
3	Instituto Tecnológico Metropolitano
4	Pontificia Universidad Javeriana
5	Universidad Autónoma de Bucaramanga -UNAB-
6	Universidad Autónoma de Manizales
7	Universidad Autónoma de Occidente
8	Universidad de Antioquia
9	Universidad de Caldas
10	Universidad de Cartagena
11	Universidad de la Sabana
12	Universidad de la Salle
13	Universidad de los Andes
14	Universidad de Manizales
15	Universidad de Medellín
16	Universidad de Nariño
17	Universidad de San Buenaventura
18	Universidad del Cauca
19	Universidad del Magdalena - UNIMAGDALENA
20	Universidad del Norte
21	Universidad del Valle
22	Universidad Distrital-Francisco José de Caldas
23	Universidad EAFIT

NO.	COMPETIDORES POTENCIALES
24	Universidad EAN
25	Universidad EIA
26	Universidad el Bosque
27	Universidad ICESI
28	Universidad Industrial de Santander
29	Universidad Libre
30	Universidad Militar-Nueva Granada
31	Universidad Nacional de Colombia
32	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC
33	Universidad Pontificia Bolivariana
34	Universidad Santo Tomás
35	Universidad Sergio Arboleda
36	Universidad Simón Bolívar
37	Universidad Tecnológica de Bolívar
38	Universidad Tecnológica de Pereira - UTP

Fuente: elaboración propia con información extraída del sitio web del ICETEX (ICETEX, 2017) y (SNIES, 2017a).

Si bien hay instituciones cuya fortaleza histórica no es la ingeniería, como es el caso de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, se considera que cualquiera de ellas podría lanzar su propio programa de Ingeniería Aeroespacial, tener la misma acreditación de alta calidad y atender el mismo mercado.

Las instituciones que quieran participar en el mercado tendrán como barrera de entrada la inversión inicial para el montaje del programa, incluyendo la infraestructura necesaria para el funcionamiento del mismo, los laboratorios requeridos, los procedimientos y la experiencia.

Adicionalmente, tendrán que superar la barrera de conocimiento y experiencia por la cual ya pasó la Universidad de Antioquia y está transcurriendo la Escuela, puesto que se requiere de personal experto para definir las características curriculares del programa y de los centros de investigación, además de la contratación del personal docente.

- **Poder de negociación de los proveedores**

Al tratarse de un servicio académico, no existen proveedores de los cuales dependa el ofrecimiento de dicho servicio. Los profesores y el personal necesario para el funcionamiento del programa son contratados directamente por la Escuela, es decir, no existe una empresa que provea el personal académico.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que al ser la Ingeniería Aeroespacial un programa académico de pocos antecedentes en Colombia, es posible que sean pocas las personas, a nivel local, que estén capacitadas y que cumplan con los requisitos técnicos de la

Escuela para ser docentes, por lo que se pueden presentar dificultades al momento de reclutar y contratar a este personal. Un caso similar se podría dar al contratar personal extranjero, puesto que su contratación puede resultar más costosa de lo normal.

La única dependencia identificada de proveedores corresponde a la de los servicios públicos necesarios para el funcionamiento de la Escuela, como es el servicio de luz, agua, gas, internet, etc. Estos son servicios con los que ya cuenta la Escuela, y el poder de negociación de los correspondientes proveedores es mínimo, pues sus tarifas están reguladas, y los cambios que se lleguen a dar no serán lo suficientemente significativos para afectar el proyecto.

- **Poder de negociación de los clientes**

Los principales clientes para el desarrollo del programa son jóvenes de último grado de colegios públicos y privados de Colombia entre los 16 y 21 años de edad, interesados en estudiar un programa en ingeniería en Colombia y tengan interés en el mercado aeroespacial. Adicionalmente, se incluyen como clientes los pertenecientes al mercado de movilidad internacional de la Escuela. Este tipo de mercado le concedió a Colombia la expedición de 2.209 visas de estudiantes a extranjeros para el 2008, según la UNESCO, lo que representa un crecimiento anual del 9% en promedio (IESALC, 2009).

La Escuela, por filosofía institucional, establece que el valor de la matrícula para las carreras profesionales es diferencial, de acuerdo al modelo institucional aplicado. Por estas razones el cliente no tiene un poder de negociación frente al precio del producto.

- **Productos sustitutos**

Como productos sustitutos no perfectos se tienen programas de pregrado con enfoques similares al de la Ingeniería Aeroespacial, como es el caso de Astronomía y la Ingeniería Aeronáutica. Dada la amplia oferta académica actual en Colombia, el que existan solo dos programas académicos como producto sustituto significa que no hay una amplia oferta de este tipo de productos.

Actualmente solo la Universidad de Antioquia ofrece el programa de Astronomía en Colombia, mientras que el programa de Ingeniería Aeronáutica es ofrecido por la Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de San Buenaventura, Fundación Universitaria Los Libertadores, Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo y el Centro de Educación Militar – CEMIL; una oferta muy baja si se compara con la ingeniería industrial de la cual existen más de 150 ofertas académicas en Colombia (SNIES, 2017a).

Hasta la primera mitad del 2017, los estudiantes interesados en programas académicos relacionados con la Ingeniería Aeroespacial sólo tenían como opción los productos sustitutos ya listados. Como se detalla más adelante, tanto la oferta como la demanda de estos programas ha incrementado en los últimos años. Sin embargo, con la entrada en funcionamiento del programa de Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de Antioquia, la demanda por los productos similares se verá afectada.

### **3.1.1.2. Oferta y demanda actual**

A continuación se presentan los hallazgos de la oferta y demanda actuales para los productos sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial. A la fecha de elaboración del presente estudio de mercado, la información más reciente disponible en el SNIES correspondía al año 2015, por tal motivo, se analizó dicha información.

- **Oferta**

A continuación se exponen los hallazgos de la oferta del proyecto. Este aspecto del mercado fue analizado, en principio, desde los cupos disponibles en cada universidad para los productos sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial. Sin embargo, a falta de información de este tipo, en la mayoría de los casos, se recurrió al número de estudiantes admitidos en los productos similares y sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial.

- **Estructura del mercado**

En el mercado colombiano la oferta programas de ingeniería aeroespacial ha sido atendida a través de productos sustitutos no perfectos como Ingeniería Aeronáutica y en menor medida Astronomía. Sin embargo, la oferta empezó a ser atendida cuando la Universidad de Antioquia inició las clases de su nuevo programa.

Realizando este análisis se puede decir que el mercado actual tiene una estructura de oligopolio, pues solo una universidad a nivel nacional ofrece Ingeniería Aeroespacial a nivel de pregrado.

A nivel de América Latina la estructura del mercado es similar, con programas de Ingeniería Aeronáutica en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, México, Panamá y Venezuela. De los anteriores países solo Brasil y México ofrecen programas de Ingeniería Aeroespacial y los demás ofrecen programas sustitutos no perfectos.

Para analizar la oferta nacional, se logró obtener la información sobre los cupos para el 2018 de cada uno de los programas similares y sustitutos no perfectos a través de consultas telefónicas en cada una de las universidades, dado que esta información no está disponible al público en las resoluciones de registros calificados o en portales web. La información obtenida de esta consulta corresponde al número de cupos por semestre, por lo que se duplicaron los valores para aproximar los cupos para el año 2018, salvo en el caso del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Universidad de Antioquia, cuyo ingreso de nuevos estudiantes es anual y no semestral.

Cabe aclarar que no se obtuvo respuesta por parte del Centro de Educación Militar – CEMIL, y la Universidad de San Buenaventura reportó que sus cupos dependen de la demanda.

En la Tabla 8 se presenta el número de cupos para el año 2018 para los productos similares y sustitutos no perfectos, y el correspondiente porcentaje de participación en el mercado.

**Tabla 8. Oferta por número de cupos de productos similares y sustitutos no perfectos a nivel nacional**

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL NACIONAL	NÚMERO DE CUPOS ANUALES	% PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
Productos similares	Ing. Aeroespacial	Universidad de Antioquía Seccional Oriente Carmen del Viboral. Código SNIES 105943.	30	14%
Productos sustitutos no perfectos	Ing. Aeronáutica	Universidad Pontificia Bolivariana (AC) **. Código SNIES 17593.	60	27%
		Universidad de San Buenaventura. Código SNIES 4498.	depende de la demanda	NA
		Fundación Universitaria Los Libertadores. Código SNIES 8742.	32	14%
		Corporación Universitaria de Investigación Y Desarrollo - UDI- Código SNIES 105579	40	18%
		Centro de Educación Militar - CEMIL-. Código SNIES 105208.	sin información	NA
	Astronomía	Universidad de Antioquía sede principal (AC)** Código SNIES 54182.	60	27%
<b>** Acreditación de Alta Calidad</b>		<b>TOTAL</b>	<b>222</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia con información suministrada telefónicamente por las universidades

Adicionalmente, se presenta a continuación, en la Tabla 9, la información recopilada sobre el número de estudiantes admitidos en los productos sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial.

**Tabla 9. Oferta por número de estudiantes admitidos en productos similares y sustitutos no perfectos a nivel nacional**

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL NACIONAL	NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS AÑO 2015	% PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
Productos similares	Ing. Aeroespacial	Código SNIES 105943. Universidad de Antioquía Seccional Oriente Carmen del Viboral.	NA	NA
Productos sustitutos no perfectos	Ing. Aeronáutica	Código SNIES 17593. Universidad Pontificia Bolivariana (AC)**	209	28%
		Código SNIES 4498. Universidad De San Buenaventura	182	24%

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL NACIONAL	NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS AÑO 2015	% PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
		Código SNIES 8742. Fundación Universitaria Los Libertadores	197	26%
		Código SNIES 105579. Corporación Universitaria De Investigación Y Desarrollo - UDI	sin información	-
		Código SNIES 105208. Centro De Educación Militar - CEMIL	sin información	-
	Astronomía	Código SNIES 54182. Universidad de Antioquia sede principal (AC)**	161	21%
<b>** Acreditación de Alta Calidad</b>		<b>TOTAL</b>	<b>749</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

Para analizar la oferta latinoamericana, fue necesario recopilar la información de los estudiantes matriculados dado que no fue posible obtener la información de los cupos disponibles en las universidades latinoamericanas ni de los estudiantes admitidos. La información de estudiantes matriculados fue obtenida de los portales web de los Ministerios de Educación de cada país para el año 2016. Infortunadamente, no todos los Ministerios de Educación tienen disponible esta información y la Tabla 10 presenta la recopilación de la información encontrada.

**Tabla 10. Oferta por número de estudiantes matriculados en productos sustitutos no perfectos a nivel latinoamericano**

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL LATINOAMERICANO	NÚMERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS AÑO 2016	% PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
<b>Productos sustitutos no perfectos</b>	<b>Ing. Aeronáutica</b>	Universidad Tecnológica de Panamá	606*	62%
		Universidad Nacional de Asunción	87	9%
		Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional.	190	18%
		Universidad de Concepción	96	10%
*Programas en Licenciatura en Ingeniería Aeronáutica y Técnico en Ingeniería de mantenimiento de aeronaves con especialización en motores y fuselajes.		<b>TOTAL</b>	<b>473</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia

○ **Localización respecto al área de consumo**

Con la información obtenida del SNIES, se elaboró la Tabla 11 donde se muestra la localización de los oferentes nacionales respecto al área de consumo.

**Tabla 11. Localización de los oferentes nacionales respecto al área de consumo**

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL NACIONAL	LOCALIZACIÓN
<b>Productos similares</b>	Ing. Aeroespacial	Código SNIES 105943. Universidad de Antioquía Seccional Oriente Carmen del Viboral.	Carmen del Viboral, Antioquía
<b>Productos sustitutos no perfectos</b>	Ing. Aeronáutica	Código SNIES 17593. Universidad Pontificia Bolivariana (AC)	Medellín, Antioquía
		Código SNIES 4498. Universidad De San Buenaventura	Bogotá D.C
		Código SNIES 8742. Fundación Universitaria Los Libertadores	Bogotá D.C
		Código SNIES 105579. Corporación Universitaria De Investigación Y Desarrollo - UDI	Bucaramanga, Santander
	Astronomía	Código SNIES 105208. Centro De Educación Militar - CEMIL	Bogotá D.C
		Código SNIES 54182. Universidad de Antioquia sede principal (AC)	Medellín, Antioquía

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

Con información tomada de los Ministerios de Educación de países de Latinoamérica, se elaboró la Tabla 12, donde se muestra la localización de los oferentes latinoamericanos respecto al área de consumo.

Tabla 12. Localización de los oferentes latinoamericanos respecto al área de consumo

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL LATINOAMERICANO	LOCALIZACIÓN
Productos similares	Ing. Aeroespacial	Universidad Federal de Santa María	Santa María, Brasil
		Universidad de Brasilia	Brasilia, Brasil
		Universidad Autónoma de Chihuahua	Chihuahua, México
		Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	Puebla, México
		Universidad Autónoma de Baja California	Baja California, México
	Ing. Civil Aeroespacial	Universidad de Concepción	Concepción, Chile
Productos sustitutos no perfectos	Ing. Aeronáutica	Universidad Nacional de la Plata	Buenos Aires, Argentina
		Universidad Tecnológica Nacional	Buenos Aires, Argentina
		Centro Regional Universitario Córdoba IUA	Córdoba, Argentina
		Universidad Nacional de Córdoba	Córdoba, Argentina
		Universidad del Valle	Cochabamba, Bolivia
		Universidad Federal de Minas Gerais	Belo Horizonte, Brasil
		Universidad de Sao Paulo	Sao Paulo, Brasil
		Universidad Federal de Uberlandia	Uberlandia, Brasil
		Universidad Estatal Paulista Julio de Mesquita Filho	Sao Paulo, Brasil
		Universidad Paulista	Sao Paulo, Brasil
		Universidad Católica Pontifica de Minas	Belo Horizonte, Brasil
		Fuerza Aérea de Chile	Santiago, Chile
		Universidad Autónoma de Nuevo León	Nuevo León, México
		Universidad Tecnológica de Panamá	Ciudad de Panamá, Panamá
		Universidad Nacional de Asunción	Asunción, Paraguay
	Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana	Caracas, Venezuela	
	Ing. Espacial	Universidad Nacional de San Martín	Buenos Aires, Argentina

Fuente: elaboración propia con información suministrada por el Semillero de Gerencia de Proyectos

- **Factores coyunturales de la oferta**

Como factor coyuntural principal que pueda afectar la oferta se tienen, principalmente, las elecciones legislativas y presidenciales del 2018. Aún no existe claridad en las políticas y cambios a nivel educativo que puedan traer los candidatos con sus campañas. Históricamente, cuando se da un cambio de gobierno, los cambios no se hacen esperar, y las políticas de educación no son la excepción.

Otro factor coyuntural que puede afectar la oferta de productos son los recortes presupuestales que está haciendo el presidente de los Estados Unidos, *Donald Trump*. Estos recortes incluyen una reducción del 13,5% del presupuesto de educación. Como ejemplo, la Universidad de Antioquia cuenta con el acompañamiento del *Massachusetts Institute of Technology –MIT-* y de la Universidad de *Purdue* para articular su programa de Ingeniería Aeroespacial. Teniendo en cuenta que *Purdue* es una universidad pública, los recortes presupuestales de *Trump* podrían afectarla y a su vez el acompañamiento que ésta le ofrece a la Universidad de Antioquia.

- **Demanda**

A continuación se exponen los hallazgos de la demanda del proyecto, la cual fue analizada desde el número de estudiantes inscritos en cada universidad para los productos sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial.

- **Estructura del mercado**

Para el programa de Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de Antioquia no fue posible determinar el número de estudiantes inscritos, ya que, para la fecha de elaboración de este informe, las inscripciones no habían sido abiertas. Por otra parte, la Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo -UDI- y el Centro de Educación Militar -CEMIL- no reportaron información a través del SNIES para el año 2015, por lo que no se cuenta con información de estas instituciones.

En la Tabla 13 se encuentra la información recopilada del número de estudiantes inscritos en productos similares y sustitutos no perfectos.

**Tabla 13. Número de estudiantes inscritos en productos similares y sustitutos no perfectos a nivel nacional**

SECTOR	PROGRAMA	OFERENTES A NIVEL NACIONAL	NÚMERO DE ESTUDIANTES INSCRITOS AÑO 2015	% PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
<b>Productos similares</b>	Ing. Aeroespacial	Código SNIES 105943. Universidad de Antioquia Seccional Oriente Carmen del Viboral.	NA	-
<b>Productos sustitutos no perfectos</b>	Ing. Aeronáutica	Código SNIES 17593. Universidad Pontificia Bolivariana (AC)**	224	21%
		Código SNIES 4498. Universidad De San Buenaventura	365	34%
		Código SNIES 8742. Fundación Universitaria Los Libertadores	204	19%
		Código SNIES 105579. Corporación Universitaria De Investigación Y Desarrollo - UDI	sin información	-
		Código SNIES 105208. Centro De Educación Militar - CEMIL	sin información	-
	Astronomía	Código SNIES 54182. Universidad de Antioquia sede principal (AC)**	285	26%
<b>** Acreditación de Alta Calidad</b>		<b>TOTAL</b>	<b>1078</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

Para el 2015, según el SNIES, el país tuvo 1.626.622 inscritos en educación superior, de los cuales 1.078 fueron inscritos en programas sustitutos no perfectos, lo que determina un porcentaje de inscritos de 0,07% (Ver Tabla 14) (SNIES, 2017b).

**Tabla 14. Oferta por número de estudiantes inscritos de productos sustitutos no perfectos a nivel nacional**

PROGRAMA	NÚMERO DE ESTUDIANTES INSCRITOS AÑO 2015	% PARTICIPACIÓN MERCADO NACIONAL
<b>Ing. Aeronáutica</b>	793	0,05%
<b>Astronomía</b>	285	0,02%
<b>TOTAL</b>	<b>1078</b>	<b>0,07%</b>

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

Este análisis permite determinar que el mercado, desde el punto de vista de la demanda, tiene una estructura de oligopsonio.

- **Elasticidad del precio e ingreso a la demanda**

Aunque el valor de la matrícula en las universidades del país tiene un precio fijo (todos los estudiantes pagan un mismo valor, independientemente de su origen, condición socioeconómica o capacidad académica), que depende de las políticas institucionales en cada una, existe elasticidad del precio ya que éste es un factor decisivo para dos planteamientos en los núcleos familiares en Colombia: i) matrícula elevada que la familia o estudiante no pueden pagar y ii) otra universidad con programa similar o sustituto que tiene un mejor precio, lo cual está relacionado con el ingreso y la demanda.

Al aumentar el ingreso de los núcleos familiares, estos preferirán que los estudios profesionales se lleven a cabo en universidades privadas.

- **Participación de la Escuela en el mercado**

Para establecer la participación de la Escuela en el mercado, se totalizó el número de estudiantes matriculados en el primer semestre de 2016 en los diez (10) programas de pregrado de esta y se comparó con la información a nivel nacional y local (Bogotá).

Posteriormente, se calcularon los porcentajes de participación por cada programa de la Escuela en un contexto nacional y local y se definió un porcentaje promedio de participación. La información se muestra en la Tabla 15.

**Tabla 15. Participación de la Escuela en el mercado**

PROGRAMA	NÚMERO DE MATRICULADOS			PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN	
	NACIONAL	LOCAL	ESCUELA	ESCUELA A NIVEL NACIONAL	ESCUELA A NIVEL LOCAL
Ingeniería civil	10.666	4.922	687	6,44%	13,96%
Ingeniería electrónica	4.132	1.939	151	3,65%	7,79%
Ingeniería eléctrica	1.772	528	88	4,97%	16,67%
Ingeniería de sistemas	10.832	4.711	178	1,64%	3,78%
Ingeniería industrial	16.075	8.922	368	2,29%	4,12%
Ingeniería mecánica	5.169	1.881	273	5,28%	14,51%
Ingeniería biomédica	932	653	117	12,55%	17,92%
Matemáticas	1.055	475	16	1,52%	3,37%
Economía	3.355	3.281	38	1,13%	1,16%
Administración de empresas	41.800	21.892	13	0,03%	0,06%
<b>Promedio</b>				<b>3,95%</b>	<b>8,33%</b>

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

De acuerdo con la Tabla 15, el porcentaje de participación promedio de la Escuela en el mercado de los diez (10) programas académicos es del 3,95% a nivel nacional y 8,33% a nivel Bogotá. Sin embargo, hay una gran variación en el porcentaje de participación si se miran de forma individual los programas, la cual va desde el 0,03% en administración de empresas hasta el 12,55% en ingeniería biomédica a nivel nacional.

○ **Composición demográfica**

Los principales clientes son jóvenes entre 16 y 21 años que se encuentran en la búsqueda de una carrera profesional y pueden estar interesados en estudiar un pregrado en ingeniería aeroespacial. Según estadísticas del DANE, para el 2015 la población entre 16 y 21 años era de 5.217.830, de los cuales 2.551.054 eran mujeres y 2.666.776 hombres.

En la Tabla 16 se encuentra la composición demográfica por departamentos de Colombia.

**Tabla 16. Composición demográfica por departamento**

LOCALIZACIÓN	POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES
	(16 a 21 años)		
Bogotá D.C	785.606	397.801	387.805
Antioquia	673.115	342.876	330.239
Valle del Cauca	476.198	242.832	233.366
Cundinamarca	289.352	147.665	141.687
Atlántico	258.489	132.274	126.215
Bolívar	241.906	123.855	118.051
Santander	219.321	112.752	106.569
Córdoba	198.384	101.860	96.524
Nariño	193.910	99.709	94.201
Cauca	161.658	83.516	78.142
Norte de Santander	159.795	81.933	77.862
Tolima	154.154	80.250	73.904
Magdalena	150.862	77.802	73.060
Huila	135.209	68.930	66.279
Boyacá	134.072	70.184	63.888
César	123.678	63.243	60.435
La Guajira	108.586	54.698	53.888
Meta	104.409	52.799	51.610
Sucre	100.691	51.777	48.914
Caldas	97.873	50.389	47.484
Risaralda	97.839	50.131	47.708
Chocó	64.842	33.086	31.756

LOCALIZACIÓN	POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES
	(16 a 21 años)		
Quindío	58.030	29.600	28.430
Caquetá	57.796	29.510	28.286
Putumayo	44.378	22.605	21.773
Casanare	42.832	21.755	21.077
Arauca	31.556	15.902	15.654
Guaviare	14.209	7.167	7.042
Amazonas	10.161	5.106	5.055
Vichada	9.348	4.758	4.590
San Andrés	8.009	4.094	3.915
Guainía	5.959	3.064	2.895
Vaupés	5.603	2.853	2.750
<b>TOTAL</b>	<b>5.217.830</b>	<b>2.666.776</b>	<b>2.551.054</b>

Fuente: elaboración propia con información de (DANE, 2015)

Los principales clientes se localizan en la ciudad de Bogotá D.C. y los seis (6) departamentos más poblados del país. Según la consultora RADDAR, el 28,9% de la población colombiana pertenece el estrato dos (bajo), el 34,4% al estrato tres (medio-bajo), el 11% al estrato cuatro (medio), el 7,11% al estrato cinco (medio-alto) y el 2,7% al estrato seis (alto) (RADDAR CKG & Portafolio, 2015). Teniendo en cuenta esta información, en la Tabla 17 se muestra la estratificación socioeconómica de los clientes:

**Tabla 17. Estratificación socioeconómica de los clientes**

LOCALIZACIÓN	POBLACIÓN (16 a 21 años)	ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS					
		1	2	3	4	5	6
		<b>15,9%</b>	<b>28,9%</b>	<b>34,4%</b>	<b>11,0%</b>	<b>7,1%</b>	<b>2,7%</b>
Bogotá D.C	785.606	124.911	227.040	270.248	86.417	55.778	21.211
Antioquia	673.115	107.025	194.530	231.552	74.043	47.791	18.174
Valle del Cauca	476.198	75.715	137.621	163.812	52.382	33.810	12.857
Cundinamarca	289.352	46.007	83.623	99.537	31.829	20.544	7.813
Atlántico	258.489	41.100	74.703	88.920	28.434	18.353	6.979
Bolívar	241.906	38.463	69.911	83.216	26.610	17.175	6.531
Santander	219.321	34.872	63.384	75.446	24.125	15.572	5.922
<b>TOTAL</b>	<b>2.943.987</b>	<b>468.094</b>	<b>850.812</b>	<b>1.012.732</b>	<b>323.839</b>	<b>209.023</b>	<b>79.488</b>

Fuente: elaboración propia con información de (RADDAR CKG & Portafolio, 2015) y (DANE, 2015)

El estilo de vida de los jóvenes de 16 a 21 años en Colombia según un estudio de la Universidad de Nariño hecho en la ciudad de Cali, expone que los jóvenes encuestados dividen su estilo de vida en 8 dimensiones importantes para ellos como lo son; actividad física, tiempo de ocio, alimentación, consumo de alcohol, cigarrillos y drogas ilegales,

sueño, afrontamiento, sexualidad y estrés. En la Tabla 18 se muestran los resultados de dicha encuesta, indicando el porcentaje de estudiantes que tiene hábitos saludables o no saludables en cada una de las 8 dimensiones ya señaladas. (Varela Arévalo, Ochoa Muñoz, & Tovar Cuevas, 2016).

**Tabla 18. Calificación estilo de vida**

DIMENSIÓN	CATEGORIA	PORCENTAJE
Actividad física	Saludable	35%
	No saludable	65%
Tiempo de ocio	Saludable	67%
	No saludable	33%
Alimentación	Saludable	95%
	No saludable	5%
Consumo de alcohol, cigarrillo y drogas ilegales	Saludable	93%
	No saludable	7%
Sueño	Saludable	89%
	No saludable	11%
Afrontamiento	Saludable	93%
	No saludable	7%
Sexualidad	Saludable	100%
	No saludable	0%
Estrés	Saludable	64%
	No saludable	36%

Fuente: tomada del *paper* Tipologías de estilos de vida en jóvenes universitarios (Varela Arévalo et al., 2016)

#### ○ Composición geográfica

De acuerdo con el DANE, para el año 2015 el 10,8% de la población (5.217.830) correspondió a la población de jóvenes entre 16 y 21 años.

Así mismo, el 15,1% de la población entre 16 y 21 años se encontraba en la ciudad de Bogotá D.C. y el 12,9% en el departamento de Antioquía. A continuación se presenta la distribución porcentual y la localización de la población entre 16 y 21 años en la ciudad de Bogotá D.C. y los seis (6) departamentos más poblados del país para ese año según el DANE, según se puede apreciar en la Tabla 19.

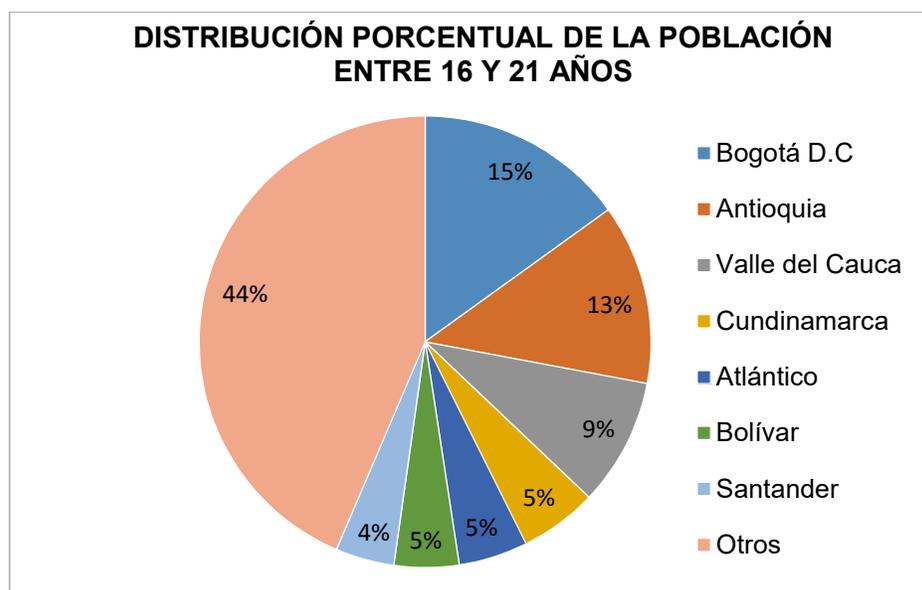
**Tabla 19. Distribución de la población de entre 16 y 21 años**

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN ENTRE 16 Y 21 AÑOS	% POBLACIÓN
Bogotá D.C	785.606	15,1%
Antioquia	673.115	12,9%
Valle del Cauca	476.198	9,1%

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN ENTRE 16 Y 21 AÑOS	% POBLACIÓN
Cundinamarca	289.352	5,5%
Atlántico	258.489	5,0%
Bolívar	241.906	4,6%
Santander	219.321	4,2%
Otros	2.273.843	43,6%

Fuente: elaboración propia con información de (DANE, 2015)

Gráfica 2. Distribución de la población de entre 16 y 21 años



Fuente: elaboración propia con información de (DANE, 2015) y de la Tabla 19.

Tabla 19

○ **Tendencia de la demanda**

La Tabla 20 muestra la tendencia del número de estudiantes que prefieren un área del conocimiento específica entre el 2012 y 2015. Para los años 2012, 2014 y 2015, la ingeniería fue la segunda área de conocimiento con mayor participación en el mercado estudiantil.

Tabla 20. Tendencia de la demanda en número de estudiantes

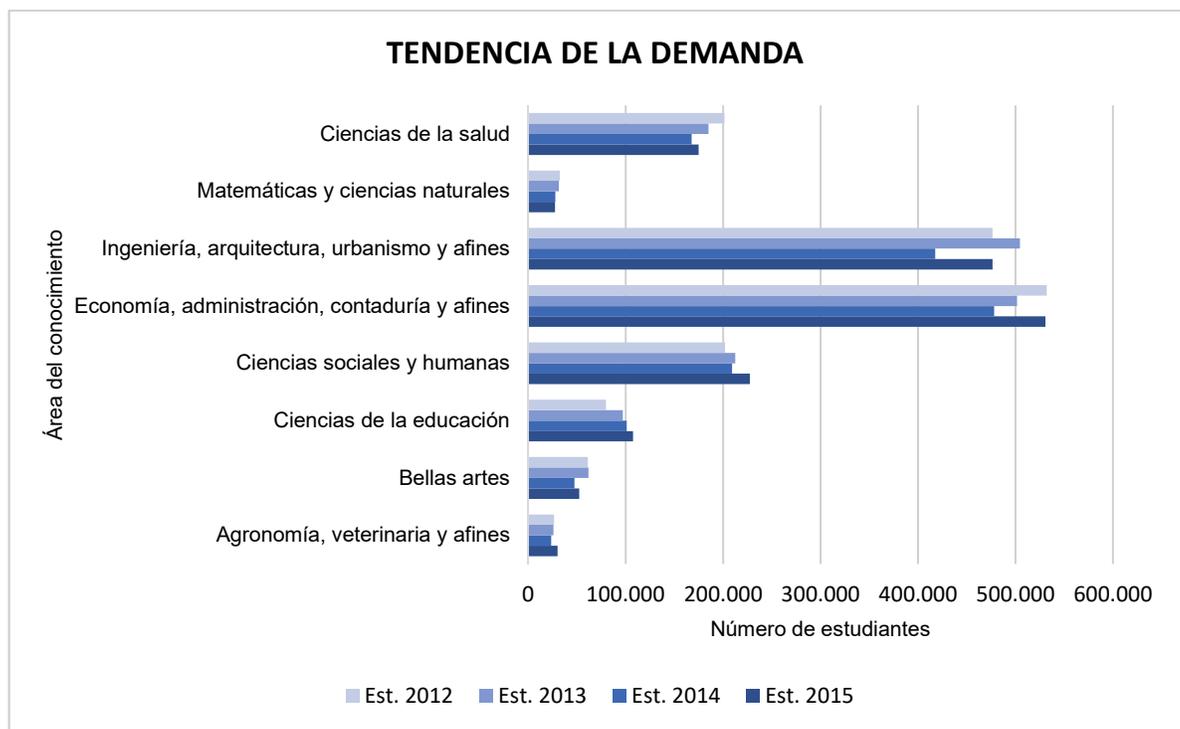
ÁREA DEL CONOCIMIENTO	NÚMERO DE ESTUDIANTES POR AÑO			
	2012	2013	2014	2015
Agronomía, veterinaria y afines	26.412	25.921	23.591	29.992
Bellas artes	61.287	61.901	47.529	52.260
Ciencias de la educación	79.843	97.115	100.872	107.626
Ciencias sociales y humanas	202.031	212.397	209.228	227.428

ÁREA DEL CONOCIMIENTO	NÚMERO DE ESTUDIANTES POR AÑO			
	2012	2013	2014	2015
Economía, administración, contaduría y afines	531.813	501.526	478.183	530.492
Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines	476.370	504.426	417.500	476.397
Matemáticas y ciencias naturales	32.467	31.383	27.755	27.636
Ciencias de la salud	201.255	185.019	167.676	174.791
TOTAL	1.611.478	1.619.688	1.472.334	1.626.622

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

La Gráfica 3, representa de forma esquemática la tendencia de la demanda expuesta en la Tabla 20.

**Gráfica 3. Tendencia de la demanda en número de estudiantes**



Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

○ **Factores coyunturales de la demanda**

Como factores coyunturales principales que puedan afectar la demanda se encuentran las elecciones legislativas y presidenciales del 2018. Aún no hay claridad en las políticas y cambios a nivel educativo que puedan traer los candidatos con sus campañas.

Estos cambios podrían afectar la demanda de programas de educación superior. Un ejemplo podría ser la eliminación del programa Ser Pilo Paga, con el cual muchos

estudiantes de bajos recursos económicos han podido acceder a programas universitarios acreditados.

Por otra parte, en Colombia se ha venido presentando un fenómeno en los últimos años, donde las matrículas universitarias han incrementado su costo más de lo que ha incrementado el ingreso de las familias para pagar dichas matrículas. Entre 2007 y 2014, el salario mínimo aumentó 42%, mientras que el costo de la educación superior en las matrículas ascendió entre un 80% y un 120% en promedio durante el mismo periodo. (Semana, 2017)

Daniel Aldana, de la firma consultora B.O.T, estima que de ahora al 2020 el número de jóvenes va a ser cada vez menor, lo que sumado al hecho de que cada vez son menos los estudiantes graduados de once grado, generará una disminución en la demanda por programas académicos universitarios. (Semana, 2017)

### **3.1.1.3. Proyecciones de la oferta y demanda**

A continuación se presentan las proyecciones realizadas para la oferta y la demanda con el propósito principal de conocer las dinámicas futuras del mercado.

- **Oferta**

Para el siguiente análisis se tomó la información sobre el número de estudiantes admitidos de la Tabla 9, dado que la información recopilada de los cupos corresponde a un único dato en el tiempo, por lo que se imposibilita la realización de proyecciones.

Se aclara que la Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo -UDI- y el Centro de Educación Militar -CEMIL- no reportaron información a través del SNIES para el año 2015.

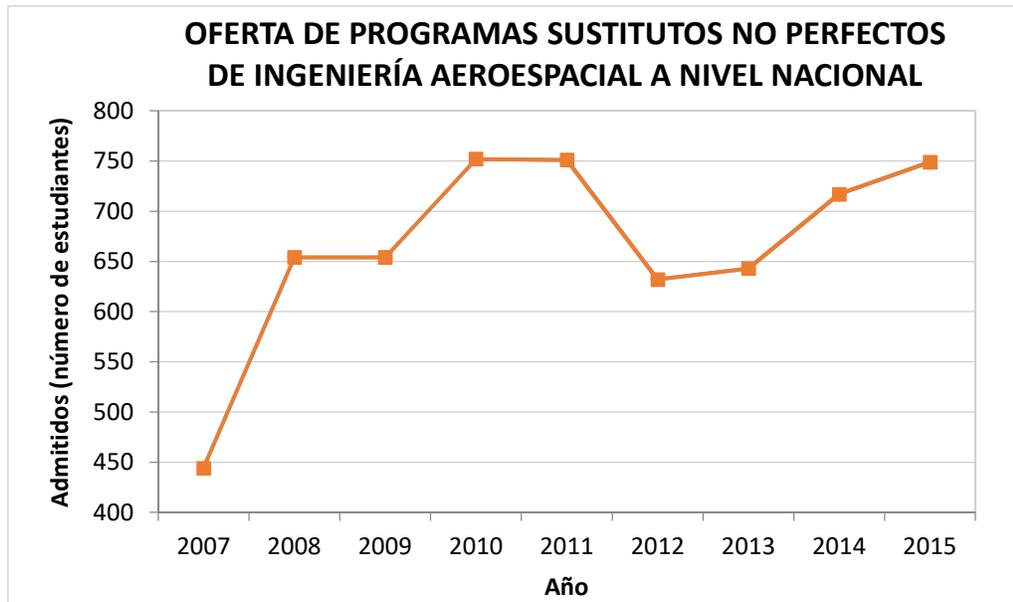
Para obtener el pronóstico de la oferta se inició con la totalización de los admitidos por año en cada programa y universidad mencionados, como se evidencia en la Tabla 21 y posteriormente se graficó, como muestra la Gráfica 4.

**Tabla 21. Total admitidos en programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional**

<b>AÑO</b>	<b>ADMITIDOS</b>
2007	444
2008	654
2009	654
2010	752
2011	751
2012	632
2013	643
2014	717
2015	749

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

**Gráfica 4. Oferta de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**



Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

La Gráfica 4 muestra una serie con tendencia incremental, indicando que la oferta para los programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial está en crecimiento.

Luego de realizar proyecciones por el método lineal, exponencial, polinómico, potencial y logarítmico se determinó que los mejores resultados fueron arrojados por el método de regresión potencial, teniendo en cuenta el valor de  $R^2$  y que la oferta no creciera infinitamente. Se aclara que la regresión se realizó con los datos a partir del 2012, dado para el 2010 y 2011 se presenta un pico en las cifras que invalidan las regresiones que incluyan estos datos.

La función de la ecuación obtenida y el valor de  $R^2$  se muestran en la Ecuación 1.

**Ecuación 1. Ecuación regresión potencial para la oferta de programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional**

$$y = 618,14x^{0,1265}$$

$$R^2 = 0,8448$$

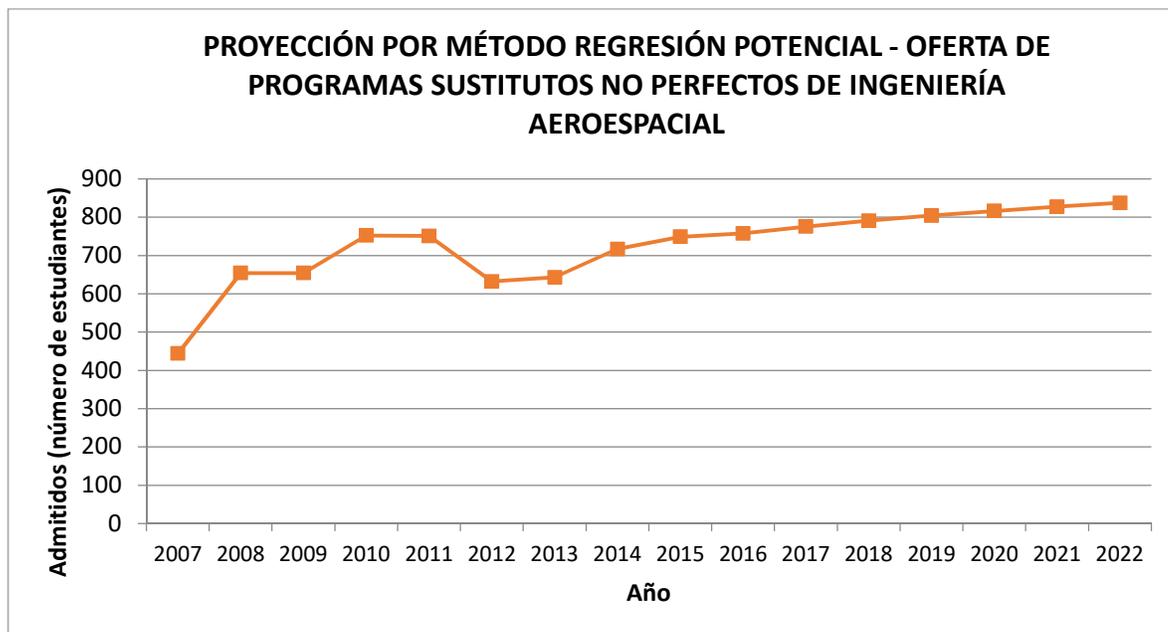
Usando la Ecuación 1 para realizar proyecciones a 5 años, a partir del 2016 inclusive, se obtuvo la Tabla 22 y la Gráfica 5.

**Tabla 22. Proyección por método de regresión potencial oferta de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**

<b>AÑO</b>	<b>PRONÓSTICO</b>
2012	632
2013	643
2014	717
2015	749
2016	758
2017	775
2018	791
2019	804
2020	816
2021	827
2022	837

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

**Gráfica 5. Proyección por método regresión potencial de la oferta de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**



Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

Una vez realizadas las proyecciones de la oferta nacional, se procedió a realizar el mismo ejercicio para la oferta latinoamericana, dada por el número de estudiantes matriculados, tal como se evidenció en la Tabla 10. Infortunadamente, la información recopilada en los ministerios nacionales de cada país es insuficiente para efectuar una proyección sólida. La información recopilada se detalla en la Tabla 23.

A modo de ejercicio académico, se realizó la proyección teniendo en cuenta la información de estudiantes matriculados de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), puesto que es la única institución que cuenta con la información necesaria y suficiente para realizar el pronóstico.

**Tabla 23. Información disponible estudiantes matriculados en Latinoamérica**

PAÍS	UNIVERSIDAD	PROGRAMA	AÑO	MATRICU
Argentina		Sin información		
Bolivia		Sin información		
Brasil		Sin información		
Chile	Universidad de Concepción	Sin información		96
	Fuerza aérea de Chile, academia politécnica aeronáutica	Sin información		65
México		Sin información		
Panamá	Universidad tecnológica de panamá (UTP)	Licenciatura en Ingeniería	2011-1	83
			2012-1	153

PAÍS	UNIVERSIDAD	PROGRAMA	AÑO	MATRICU
		Aeronáutica	2013-1	225
			2014-1	271
			2015-1	277
			2016-1	322
			2016-2	284
		Técnico en Ingeniería de mantenimiento de aeronaves con especialización en motores y fuselajes	2009-1	90
			2010-1	71
			2011-1	129
			2012-1	166
			2013-1	228
			2014-1	239
			2015-1	265
			2016-1	219
			2016-2	152
Paraguay	Universidad Nacional de Asunción	Ingeniería Aeronáutica	2013 (1-2)	24
			2014 (1-2)	62
			2015 (1-2)	87
Perú	Sin información			
Venezuela	Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA)	Ingeniería Aeronáutica	2017-2	190

Fuente: elaboración propia con información del semillero en Gerencia de Proyectos

Para la UTP se empleó la información de los programas de Licenciatura en Ingeniería Aeronáutica y Técnico en Ingeniería de Mantenimiento de Aeronaves con especialización en motores y fuselajes, entre los años 2011 y 2015.

Luego de realizar proyecciones por el método lineal, potencial y logarítmico se determinó que los mejores resultados fueron arrojados por el método de regresión logarítmica.

La Ecuación 2 presenta la función de la ecuación obtenida y el valor de  $R^2$  de la regresión potencial realizada.

**Ecuación 2. Ecuación regresión logarítmica de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá**

$$y = 215,81 \ln(x) + 200,56$$

$$R^2 = 0,9808$$

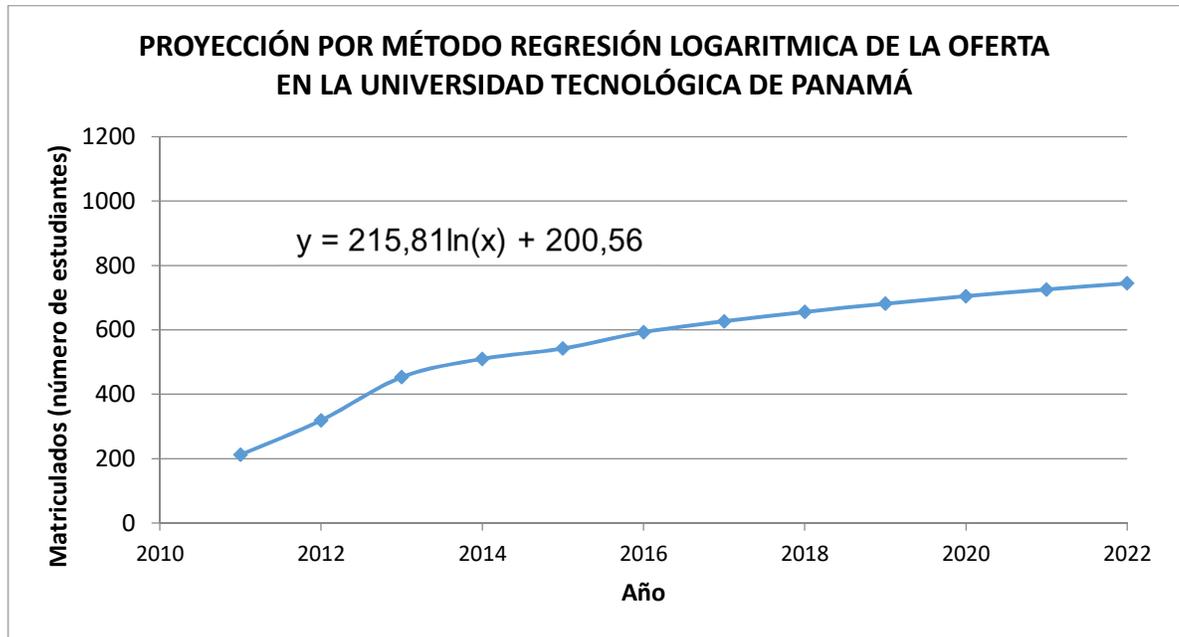
Con la Ecuación 2 se obtuvo la proyección de la Tabla 24 y la Gráfica 6.

**Tabla 24. Proyección por método de regresión logarítmica de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá**

AÑO	PRONÓSTICO
2011	212
2012	319
2013	453
2014	510
2015	542
2016	593
2017	626
2018	656
2019	681
2020	704
2021	725
2022	744

Fuente: elaboración propia con información de (MEDUCA - Ministerio de Educación de Panamá, n.d.)

**Gráfica 6. Proyección por método regresión logarítmica de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá**



Fuente: elaboración propia con información de (MEDUCA - Ministerio de Educación de Panamá, n.d.)

- **Demanda**

Para obtener el pronóstico de la demanda se inició con la totalización de los inscritos por año por programa y universidad, como se evidencia en la Tabla 25 y en la Gráfica 7.

**Tabla 25. Total inscritos en programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional**

AÑO	INSCRITOS	AÑO	INSCRITOS
2000	160	2008	698
2001	332	2009	716
2002	455	2010	1002
2003	455	2011	897
2004	322	2012	908
2005	447	2013	928
2006	422	2014	910
2007	507	2015	1078

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

**Gráfica 7. Demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**



Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

La Gráfica 7 muestra claramente una serie con tendencia incremental, indicando que la demanda para los programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial está en crecimiento.

Luego de realizar proyecciones por diferentes métodos como el exponencial, logarítmico y potencial, los mejores resultados fueron arrojados por el método por regresión lineal. La Ecuación 3 presenta la función de la ecuación obtenida y el valor de  $R^2$  de la regresión potencial realizada.

**Ecuación 3. Ecuación regresión lineal demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**

$$y = 56,525x + 159,35$$

$$R^2 = 0,8882$$

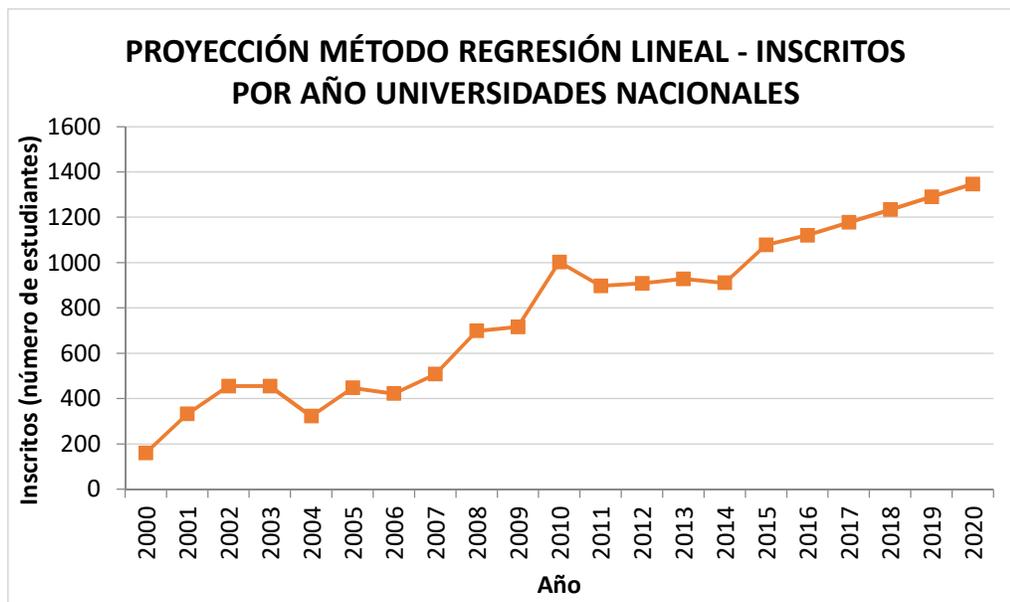
Usando la Ecuación 3 para hacer pronósticos a 5 años, a partir del 2016 inclusive, se obtienen la Tabla 26 y la Gráfica 8.

**Tabla 26. Proyección por método de regresión lineal demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**

<b>AÑO</b>	<b>INSCRITOS</b>	<b>AÑO</b>	<b>INSCRITOS</b>
2000	160	2011	897
2001	332	2012	908
2002	455	2013	928
2003	455	2014	910
2004	322	2015	1078
2005	447	2016	1120
2006	422	2017	1177
2007	507	2018	1233
2008	698	2019	1290
2009	716	2020	1346
2010	1002		

Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

**Gráfica 8. Proyección por método de regresión lineal demanda de programas sustitutos no perfectos de ingeniería aeroespacial a nivel nacional**



Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

#### 3.1.1.4. Deserción estudiantil

La deserción es la desvinculación o interrupción de los estudios por parte de un estudiante, este fenómeno afecta a todas las instituciones a nivel mundial y los gobiernos nacionales, junto con sus ministerios de educación, se encargan de promover estrategias para reducir estas tasas. La deserción en las universidades genera problemas de inestabilidad financiera, al igual que dificulta los avances sociales del país y genera una pérdida de productividad y desarrollo.

Las tasas de deserción en Colombia y los indicadores que mide el Ministerio de Educación Nacional (Ver Tabla 27) dejan ver que el área de Ingeniería, arquitectura y afines presenta el mayor nivel de deserción 55,58%.

**Tabla 27. Deserción acumulada estudiantil por áreas de conocimiento en Colombia**

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO	PRIMER SEMESTRE	QUINTO SEMESTRE	DÉCIMO SEMESTRE
Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines	23,16%	46,13%	55,58%
Bellas artes	19,95%	40,87%	52,50%
Economía, administración, contaduría y afines	21,37%	41,26%	50,98%
Agronomía, veterinaria y afines	20,00%	41,37%	50,67%
Ciencias de la educación	19,15%	38,23%	47,65%
Ciencias básicas	19,45%	40,22%	46,92%
Ciencias sociales y humanas	18,13%	35,33%	45,41%

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO	PRIMER SEMESTRE	QUINTO SEMESTRE	DÉCIMO SEMESTRE
Ciencias de la salud	13,92%	29,99%	38,61%

Fuente: elaboración propia con información de (Ministerio de Educación Nacional, 2015)

Las tasas de permanencia de la Escuela para el año 2016 se muestran en la Tabla 28, estas tasas representan el porcentaje de estudiantes que continuó estudiando en el transcurso de los semestres.

**Tabla 28. Tasas de permanencia Escuela**

PERMANENCIA	
SEMESTRE	PORCENTAJE
1	83%
2	86%
3	93%
4	96%
5	97%
6	97%
7	99%
8	100%
9	99%
10	99%

Fuente: información suministrada por el Ing. Carlos Ruiz Cruz, Director Especialización en Gerencia de Producción en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

### 3.1.1.5. Estrategia de comercialización

A partir de un análisis cuidadoso de la información de los portales web de las universidades nacionales y latinoamericanas, se identificaron los aspectos importantes de la estrategia de comercialización de la competencia. La información sobre la estrategia de comercialización de la Escuela fue suministrada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo.

Los hallazgos en ambos casos se presentan a continuación.

- **Estrategia de comercialización de la competencia**

Teniendo en cuenta la estructura de la demanda actual y los productos sustitutos no perfectos identificados anteriormente, se consolida la estrategia de comercialización de las instituciones nacionales e instituciones latinoamericanas consideradas competencia en el Anexo 2 y Anexo 3, respectivamente.

La información descrita hace referencia a la estrategia de comercialización de cada una, identificando claramente las seis (6) P: personas (quienes son los consumidores),

producto (descripción del producto de la operación proyecto), precio (precio promedio de la competencia), plaza (distribución), publicidad y promoción.

A continuación se encuentra un resumen de las estrategias encontradas a nivel de la competencia nacional:

**Tabla 29. Resumen hallazgos estrategias de comercialización competencia nacional**

ORGANIZACIÓN	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO	PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN
<b>Universidad de Antioquia</b>	Ingeniería Aeroespacial, único en el país	Personas que quieran desempeñarse en el sector aeroespacial	De acuerdo con capacidad económica	Varias sedes en Antioquia	Página web y redes sociales	A los estudiantes de bajos recursos y excelencia académica
<b>Universidad Pontificia Bolivariana</b>	Ingeniería Aeronáutica. Varias modalidades	Personas que quieran desempeñarse en el sector aeronáutico	Tarifas dependiendo del colegio de origen	Cinco sedes en el país. Ing. aeronáutica solo en Medellín	Página web y redes sociales	A los egresados del colegio UPB, hermanos y familiares
<b>Escuela de Aviación del Ejército</b>	Tecnología en mantenimiento aeronáutico y el Pregrado en Ingeniería Aeronáutica	Personas que quieran desempeñarse en el sector aeronáutico	Dos tarifas, una para militares y policías y otra para civiles	Aeropuerto El Dorado, Bogotá	Página web y redes sociales	A los 3 mejores puestos por semestre
<b>Universidad de San Buenaventura</b>	Ingeniería Aeronáutica	Personas que quieran desempeñarse en el sector aeronáutico	Valor fijo	Seis sedes en el país. Ing. aeronáutica solo en Bogotá	Página web y redes sociales. Ferias y visitas a colegios	Sin información
<b>Fundación universitaria los Libertadores</b>	Ingeniería Aeronáutica	Personas que quieran desempeñarse en el sector aeronáutico	Valor fijo	Dos sedes en el país. Ing. aeronáutica solo en Bogotá	Página web y redes sociales. Ferias y visitas a colegios	Convenios con empresa privada
<b>Universitaria de Investigación y Desarrollo</b>	Ingeniería Aeronáutica	Personas que quieran desempeñarse en el sector aeronáutico	Valor fijo	Dos sedes en el país. Ing. aeronáutica solo en B/manga	Página web y redes sociales	A estudiantes con excelencia académica

Fuente: elaboración propia

- **Estrategia de comercialización de la Escuela**

Teniendo en cuenta la estrategia de comercialización actual de la Escuela, se presentan a continuación, en la Tabla 30, los hallazgos obtenidos.

**Tabla 30. Hallazgos estrategia de comercialización de la Escuela**

<b>ORGANIZACIÓN</b>	 <p>ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO</p>
<b>PRODUCTO</b>	Experiencia en ingeniería de la Escuela en cursos de matemáticas, física, química, programación entre otros, correspondientes al ciclo básico y medio.
<b>PERSONAS</b>	La Escuela busca bachilleres entre los 16 y 21 años que estén en la búsqueda de una carrera profesional y estén interesados en estudiar un pregrado en Ingeniería Aeroespacial.
<b>PRECIO</b>	La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito es la única Institución Universitaria de Alta Calidad que, gracias a su filosofía institucional, cuenta con un valor de matrícula diferencial para las carreras profesionales. La Escuela revisa individualmente la documentación de los ingresos familiares del aspirante y aplica el modelo dentro de los rangos determinados (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017)
<b>PLAZA</b>	Los programas de pregrado son ofrecidos en la única sede de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ubicada en la ciudad de Bogotá D.C.
<b>PUBLICIDAD</b>	<p>La publicidad se realiza a través de los siguientes programas establecidos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa Encuentro de Colegios, iniciativa mediante la cual la Escuela “realiza cada año diferentes actividades de acercamiento a los estudiantes de educación media, tendientes a facilitar su comprensión sobre los programas de pregrado que ofrece y orientarlos en la elección de su proyecto profesional”.</li> <li>• 80 Ferias estudiantiles en ciudades de Colombia como Barranquilla, Villavicencio, Bogotá, Florencia, entre otros, durante el año escolar<sup>10</sup>.</li> <li>• Visitas guiadas para los interesados en conocer las instalaciones de la Escuela y la información de algún programa en particular. Estas visitas se realizan con cita previa y están sujetas a disponibilidad.</li> <li>• Olimpiadas Escuela Open Day “Un día como profesional”, es la propuesta de la Escuela para apoyar la orientación vocacional de los estudiantes, en la cual abre sus puertas a bachilleres que deseen participar de un día de clases en alguna de las carreras ofrecidas<sup>11</sup>.</li> <li>• Portales de educación con los que la Escuela ya tiene convenios como</li> </ul>

<sup>10</sup> Información brindada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo de la Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

<sup>11</sup> Información brindada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo de la Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

	<p>Educaedu, Magister, Posgrados y Pregrados, Universia, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mailling</i> masivo con compañías prestadoras de servicios y bases de datos segmentada<sup>12</sup>.</li> <li>• Publicidad digital en <i>Facebook</i>, <i>Youtube</i> y <i>Google (AdWords y Display)</i>, patrocinios en televisión por cable, publicaciones en periódicos, impresión de plegables<sup>13</sup>.</li> <li>• Participación en plataformas como la Feria del Libro, ExpoEstudiantes y ExpoTecnología.</li> <li>• Lanzamiento oficial del programa: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Activación BTL: interacción digital en stand de captación.</li> <li>○ Pauta digital en portales web de El Tiempo y El Espectador<sup>14</sup>.</li> </ul> </li> </ul>
<b>PROMOCIÓN</b>	<p>La Escuela cuenta con los siguientes programas de promoción<sup>15</sup> (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio para hermanos, aplicable cuando se matricula un hermano de uno o más estudiantes regulares de la Escuela en cualquier programa académico de pregrado. Corresponde al 10% del valor del derecho de matrícula liquidado individualmente a cada uno de los hermanos.</li> <li>• Beneficio para hijos de graduados de la Escuela, aplica a los hijos de graduados de cualquier programa de pregrado o posgrado. El beneficio corresponde a una exención del 10% del valor de la matrícula durante la duración nominal del programa académico de pregrado en el cual se encuentra inscrito.</li> <li>• Beneficio para hijos de empleados de la Escuela, aplica a los hijos de profesores o empleados con mínimo un año de antigüedad. Corresponde al 5% por cada año de servicio, hasta un descuento máximo del 80%.</li> </ul>
<b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>	<a href="http://www.escuelaing.edu.co/es/">http://www.escuelaing.edu.co/es/</a>

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la Dr. Luisa Manrique de la Escuela Colombiana de Ingeniería

### 3.1.2. Análisis de alternativas

No aplica.

<sup>12</sup> Información brindada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo de la Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

<sup>13</sup> Información brindada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo de la Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

<sup>14</sup> Información brindada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo de la Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

<sup>15</sup> Los beneficios no son acumulables.

### **3.1.3. Conclusiones**

Con base en los hallazgos obtenidos se presentan las siguientes conclusiones sobre el análisis de competitividad, la oferta y demanda actual y proyectada y la estrategia de comercialización.

#### **3.1.3.1. Análisis de Competitividad**

A continuación se presentan las conclusiones del análisis estructural de los sectores industriales de *Michael Porter* y el análisis DOFA.

- **Análisis estructural de los sectores industriales de *Michael Porter***

Dado que se trata de una oferta académica totalmente nueva en Colombia, es mínimo el desarrollo que existe en el sector, y la competencia actual está dada por solo una universidad. Sin embargo, son varios los posibles competidores que pueden entrar al mercado, algunos de ellos con una gran trayectoria en ciencias e ingeniería, como es el caso de la Universidad de los Andes, Universidad Nacional o la Universidad Javeriana. La entrada de estas universidades es una amenaza que se debe tener en cuenta.

Los clientes carecen de poder de negociación dado que el valor del servicio académico es determinado por la Escuela y la posibilidad de adquirirlo depende del poder adquisitivo de las familias de los estudiantes. Del mismo modo, los proveedores carecen de poder de negociación puesto que las tarifas de los servicios públicos están reguladas.

- **Oportunidades y amenazas**

La demanda que aún no está satisfecha es una oportunidad para desarrollar el programa y satisfacerla, aprovechando los vínculos y alianzas que pueda tener la Escuela y logren facilitar el desarrollo del proyecto.

El recorte presupuestal en Colciencias podría llegar a afectar el proyecto, puesto que los recursos para el desarrollo de investigación podrían ser reducidos.

Universidades como la Nacional, Javeriana o los Andes representan una amenaza para el proyecto, pues sus buenas reputaciones y resultados las anteceden, y si decidieran ofertar sus propios programas académicos de Ingeniería Aeroespacial representarían una gran competencia que tomarían una parte significativa del mercado.

- **Fortalezas y debilidades**

El carácter técnico y alejado del gerencial que ha sido fuertemente desarrollado por la Escuela, le concede gran reconocimiento en el sector educativo, lo que es una fortaleza y se considera como ventaja frente a otras universidades que decidieran emprender un proyecto similar. Adicionalmente, al estar ubicada en Bogotá, es mayor la demanda que podría satisfacer que al estar localizada en otra región del país. Ante las universidades de mayor trayectoria se tiene una debilidad, pues estas por lo general cuentan con mayor reconocimiento, como es el caso de la Universidad Javeriana, Nacional o la Universidad de los Andes, entre otras.

Así mismo, manejar un valor de la matrícula diferencial para las carreras profesionales que dependa de los ingresos familiares del aspirante, aumenta el atractivo de la institución ante los jóvenes interesados y sus familias, por lo tanto se considera una fortaleza para la Escuela.

### 3.1.3.2. Oferta y demanda actual y proyectada

A partir de la información recopilada, se concluye que el mercado es insatisfecho puesto que la oferta de cupos para el 2018, en programa sustitutos no perfectos, es de 222 (ver Tabla 8), mientras que la demanda proyectada para el mismo año es de 1.233 estudiantes (ver Tabla 26). Como se observa, la demanda es significativamente mayor que la oferta, lo que indica un mercado insatisfecho, el cual es atendido exclusivamente por un único programa de ingeniería aeroespacial en el país.

Producto del análisis de pronósticos, se identificó que existe una estacionalidad entre los estudiantes inscritos en el primer y segundo semestre de cada año, siendo mucho mayor el número de inscritos en el primer semestre. Esto se debe a la diferencia entre el número de colegios de calendario A<sup>16</sup> y el número de colegios de calendario B<sup>17</sup> en Colombia, puntualmente en los departamentos de Antioquia, Santander y Cundinamarca, como se evidencia en la Tabla 31.

**Tabla 31. Colegios calendario A y B en los departamentos de Antioquia, Santander y Cundinamarca**

DEPARTAMENTO	CALENDARIO A	CALENDARIO B
Antioquia	5587	9
Santander	1179	9
Cundinamarca	1567	55
<b>TOTAL</b>	<b>8333</b>	<b>73</b>

Fuente: elaboración propia con información del portal ("Colegios Colombia," n.d.)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del pronóstico de demanda (ver Tabla 26 y Gráfica 8), las tasas de permanencia estudiantil de la Escuela (ver Tabla 28), la variación de graduandos de acuerdo al calendario escolar y el supuesto de un incremento anual del 10% en el número de estudiantes inscritos durante el horizonte de planeación, se elaboró la Tabla 32 donde se muestra la demanda que podría atender el programa de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela para el horizonte de planeación de diez (10) años, identificados con cada color.

Para el año 2019 se pronostica que en Colombia habrá una demanda de 1.290 estudiantes interesados en programas de Ingeniería Aeroespacial, o en su defecto, productos sustitutos no perfectos. De esta demanda el proyecto apunta a atender una

<sup>16</sup> Periodo escolar iniciando a principios de febrero y finalizando a mediados de noviembre, con receso de un mes entre junio y julio. (Perilla, 2002)

<sup>17</sup> Periodo escolar iniciando en septiembre y finalizando en junio, con receso de un mes en diciembre. (Perilla, 2002)

demanda potencial aproximada al 4% (de acuerdo con el porcentaje de participación obtenido de la Tabla 15) como estudiantes matriculados en su primer semestre de universidad, lo que equivale a 50 estudiantes en el primer año.

Estos 50 estudiantes se distribuyen en 30 en el primer semestre del año, dado a que el calendario A de colegios en Colombia es el que más egresados aporta al sistema educacional, y 20 en el segundo. Posteriormente, el número de estudiantes para el siguiente año varía de acuerdo a la tasa de permanencia de la Escuela.

**Tabla 32. Conclusión de demanda atendida**

SEMESTRE	ESTUDIANTES POR AÑO																			
	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	2023-2	2024-1	2024-2	2025-1	2025-2	2026-1	2026-2	2027-1	2027-2	2028-1	2028-2
1	30	20	35	20	35	25	37	28	40	30	42	33	45	35	50	35	50	40	53	42
2		25	17	29	17	29	21	31	23	33	25	35	27	37	29	42	29	42	33	44
3			21	14	25	14	25	18	26	20	29	21	30	24	32	25	36	25	36	29
4				20	13	23	13	23	17	25	19	27	20	28	22	30	23	33	23	33
5					19	13	22	13	22	16	24	18	25	19	27	21	29	22	32	22
6						19	12	22	12	22	15	23	17	25	19	26	20	28	22	31
7							18	12	21	12	21	15	22	17	24	18	25	20	27	21
8								18	12	21	12	21	15	22	17	24	18	25	20	27
9									18	12	21	12	21	15	22	17	24	18	25	20
10										18	12	21	12	21	15	22	16	24	18	25

Fuente: elaboración propia

La Tabla 33 muestra el total de estudiantes matriculados en la carrera durante los 10 años de proyección.

**Tabla 33. Número total de estudiantes matriculados por año**

NÚMERO TOTAL DE ESTUDIANTES POR AÑO										
2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
75	156	232	313	400	446	477	517	547	583	

Fuente: elaboración propia

Por su parte, en la Tabla 34 se presenta el número de estudiantes por cohorte que el programa podría atender, siendo cada color una cohorte diferente.

**Tabla 34. Recomendación estudiantes por cohorte**

SEMESTRE	ESTUDIANTES POR COHORTE																			
	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	2023-2	2024-1	2024-2	2025-1	2025-2	2026-1	2026-2	2027-1	2027-2	2028-1	2028-2
1	30	20	35	20	35	25	37	28	40	30	42	33	45	35	50	35	50	40	53	42
2		25	17	29	17	29	21	31	23	33	25	35	27	37	29	42	29	42	33	44
3			21	14	25	14	25	18	26	20	29	21	30	24	32	25	36	25	36	29
4				20	13	23	13	23	17	25	19	27	20	28	22	30	23	33	23	33
5					19	13	22	13	22	16	24	18	25	19	27	21	29	22	32	22
6						19	12	22	12	22	15	23	17	25	19	26	20	28	22	31
7							18	12	21	12	21	15	22	17	24	18	25	20	27	21
8								18	12	21	12	21	15	22	17	24	18	25	20	27
9									18	12	21	12	21	15	22	17	24	18	25	20
10										18	12	21	12	21	15	22	16	24	18	25

Fuente: elaboración propia

La Tabla 34 representa la misma proyección de estudiantes de la Tabla 32, pero los colores de esta tabla, son los estudiantes por cohorte proyectados a través de los diez semestres del programa con base a la tabla de permanencia (Ver Tabla 28).

### 3.1.3.3. Estrategia de comercialización

A continuación se presentan las principales conclusiones de la estrategia de comercialización de la competencia.

**Tabla 35. Conclusión de la estrategia de comercialización de la competencia**

<b>PRODUCTO</b>	<p>No hay una mayor diferenciación entre los productos ofrecidos de la competencia, teniendo en cuenta que se trata de productos sustitutos no perfectos. El programa de Ingeniería Aeroespacial sí tendrá un factor diferenciador, y contará con un único competidor directo, representado por la Universidad de Antioquia.</p> <p>El programa de la Universidad de Antioquia es el primero con la denominación Ingeniería Aeroespacial en Colombia reconocido por el Ministerio de Educación Nacional. De igual manera, es el primero en la comunidad de países andinos, que incluye una formación completa, tanto en el campo aeronáutico, como de ingeniería espacial (“Universidad de Antioquia,” n.d.-b)</p>
<b>PERSONAS</b>	<p>Todos los programas están dirigidos a la misma población, jóvenes recién egresados de bachilleres en edades entre los 16 y 21 años, catalogados como <i>millennials</i>. Jóvenes en su mayoría de estrato social medio y alto, en especial de ciudades medianas o grandes del país. (Varela-Arévalo, Ochoa-Muñoz, &amp; Tovar-Cuevas, 2016).</p>

<b>PLAZA</b>	La localización de las universidades estudiadas es variada, sin embargo, hay una concentración de la oferta en Bogotá, Antioquia y la Costa Atlántica.
<b>PRECIO</b>	<p>En algunos casos los precios son variables, dependiendo de declaraciones de renta de los padres de familia, estrato social o colegio de donde egresó el estudiante (público o privado), en otros casos los precios de las matrículas son fijos e independientes de los factores socioeconómicos del estudiante y su familia. En general, el precio de las matrículas puede ir desde los 2 salarios mínimos hasta los 8 millones de pesos por semestre. Esto representa una gran variabilidad en los precios de los programas académicos entre las universidades. Lo anterior dificulta llegar a un valor particular de matrícula para el programa de Ingeniería Aeroespacial. En la Escuela.</p> <p>Un caso similar se presenta en universidades en Latinoamérica, por ejemplo la Universidad Tecnológica de Panamá ofrece estudiar un técnico en Ingeniería de Mantenimiento de Aeronaves con Especialización en Motores y fuselajes por veinticuatro millones de pesos colombianos, la Universidad de Concepción una ingeniería civil aeroespacial por dieciocho millones de pesos.</p>
<b>PUBLICIDAD</b>	Hay uniformidad en la publicidad que manejan las universidades, siendo los principales medios los sitios web (página institucional, Google, entre otros), las redes sociales ( <i>Facebook, Twitter, Instagram</i> , entre otros) y la publicidad paga transmitida por televisión. En menor medida, las universidades utilizan las ferias estudiantiles y las visitas a los colegios en las ciudades donde tienen sede.
<b>PROMOCIÓN</b>	Las promociones ofrecidas actualmente en el mercado son particulares de cada universidad. Por ejemplo hay universidades que ofrecen becas completas o parciales según sus calificaciones en el examen de estado o su nivel de notas en el transcurso de los semestres. Otras ofrecen becas por participación y excelencia deportiva. En cambio, existen becas por ser familiares de ex alumnos o de personas que trabajan en la planta física de la institución. Así, como becas que ofrece el Estado por las altas calificaciones a nivel nacional en los Exámenes de Estado para estudiantes de entornos bajos del país.

Fuente: elaboración propia

### 3.1.4. Recomendaciones

A continuación, se documentan las recomendaciones y sugerencias del estudio de mercados.

#### 3.1.4.1. Análisis de Competitividad

- Aplicar la política de matrículas diferenciales al programa de Ingeniería Aeroespacial, siendo esta la modalidad manejada ya por la Escuela, la cual representa una ventaja competitiva frente a otras universidades, pues es la que más se acomoda económicamente a los estudiantes y sus familias, según fue descrito en el análisis de alternativas.
- Dada la cantidad de posibles instituciones que podrían entrar al mercado, es importante que la Escuela aproveche la ventaja que tiene al haber iniciado de

forma temprana el proyecto y siga avanzando con el mismo para lograr ser pionera y posicionarse como una de las universidades referentes en el tema aeroespacial en el país y conquiste parte del mercado que actualmente está concentrado en los productos sustitutos.

- Aprovechar el auge de la investigación sobre el espacio y temas aéreos a nivel mundial, para continuar con el desarrollo del proyecto, aprovechar el mercado emergente y posicionar el programa de Ingeniería Aeroespacial como innovador y atractivo.
- Realizar convenios con importantes instituciones internacionales para promover el intercambio de estudiantes y la realización de prácticas en el exterior, teniendo en cuenta que en Colombia existe un atraso en este tema, y los convenios son una opción para avanzar de forma acelerada.

### 3.1.4.2. Oferta y demanda actual y proyectada

Teniendo en cuenta el alcance del presente estudio de pre factibilidad, se recomienda realizar el análisis de la oferta y demanda con información primaria posterior a este estudio, con el ánimo de obtener resultados más precisos y cercanos a la realidad, y reducir la posibilidad de que la oferta y la demanda este sub o sobre estimadas. Esto resulta especialmente importante porque los ingresos del programa de Ingeniería Aeroespacial, y su eventual viabilidad financiera, dependen de la cantidad de estudiantes que tendrá el programa. Adicionalmente, debe revisarse el caso de Panamá, donde se presentó una disminución en el número de estudiantes admitidos en el 2016, con el fin de determinar las causas y que sirvan como lección aprendida. En la etapa de factibilidad se debe estudiar más a fondo la estrategia de comercialización para que sea definida de forma detallada y particular para el programa de Ingeniería Aeroespacial.

### 3.1.4.3. Estrategia de comercialización

Se recomienda continuar con la estrategia de comercialización actual de la Escuela, la cual fue descrita en la Tabla 30 en la sección de hallazgos.

Adicional, se recomienda la siguiente descripción del producto y precio del programa, para Ingeniería Aeroespacial en la Tabla 36.

**Tabla 36. Estrategia de comercialización recomendada**

<b>ORGANIZACIÓN</b>	 <p>ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO</p>
<b>PRODUCTO</b>	<p>La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ofrece a la población nacional e internacional el programa de Ingeniería Aeroespacial con las líneas de profundización en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuelo atmosférico</li> <li>• Vuelo espacial</li> <li>• Aviación aplicada</li> </ul> <p>Además, los estudiantes de la Escuela que hayan cursado el ciclo básico de</p>

	ingeniería, podrán cursar el programa de Ingeniería Aeroespacial y obtener doble titulación.
<b>PERSONAS</b>	La Escuela busca bachilleres entre los 16 y 21 años que estén en la búsqueda de una carrera profesional y estén interesados en estudiar un pregrado en Ingeniería Aeroespacial.
<b>PRECIO</b>	Continuar con la política de matrículas diferenciales para el programa de Ingeniería Aeroespacial. Valor sugerido para el año 2019 <sup>18</sup> : programas de Ingeniería de \$4.382.000 a \$ 10.674.000. Para efectos del presente estudio se usa el valor promedio de la matrícula: \$7.528.000
<b>PLAZA</b>	El programa será ofrecido en la sede oficial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ubicada en la ciudad de Bogotá D.C.
<b>PUBLICIDAD</b>	El programa contará con las estrategias de publicidad actuales de la Escuela, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa Encuentro de Colegios, ferias estudiantiles, visitas guiadas para los interesados y Olimpiadas Escuela Open Day “Un día como profesional”.</li> <li>• Portales de educación como Educaedu, Magister, Posgrados y Pregrados, Universia, <i>Mailling</i> masivo.</li> <li>• Publicidad digital en <i>Facebook</i>, <i>Youtube</i> y <i>Google (AdWords y Display)</i>, patrocinios en televisión por cable, publicaciones en periódicos, impresión de plegables.</li> <li>• Participación en plataformas como la Feria del Libro, ExpoEstudiantes y ExpoTecnología.</li> <li>• Lanzamiento oficial del programa: Activación BTL: interacción digital en stand de captación y pauta digital en portales web de El Tiempo y El Espectador.</li> </ul>
<b>PROMOCIÓN</b>	El programa contará con las estrategias de promoción actuales de la Escuela, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio para hermanos.</li> <li>• Beneficio para hijos de graduados y empleados de la Escuela.</li> </ul>
<b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>	<a href="http://www.escuelaing.edu.co/es/">http://www.escuelaing.edu.co/es/</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017)

### 3.1.5. Costos y beneficios

A continuación se identifican los costos y beneficios asociados al estudio de mercado para un horizonte de planeación de diez (10) años.

- **Ingresos:**

A continuación se presenta en la Tabla 37, los ingresos por venta del producto del proyecto.

---

<sup>18</sup> Valores calculados a partir del valor de la matrícula para el año 2017 y un IPC supuesto constante de 7% para todo el horizonte de planeación del proyecto.

**Tabla 37. Ingreso del estudio de mercado**

CONCEPTO
Pago de inscripción al programa
Precio matrícula programa Ingeniería Aeroespacial
Precio promedio
Pago de derechos de grado

Fuente: elaboración propia

Los ingresos operacionales son aquellos que se originan durante la operación del producto del proyecto y están relacionados con legalización de matrículas de los estudiantes inscritos durante los 10 semestres de duración del programa (no se tienen en cuenta los ingresos de matrículas de estudiantes que tarden más de 10 semestres).

- **Inversiones:**

**Tabla 38. Inversiones del estudio de mercado**

CONCEPTO
Publicidad
Portales de educación
Publicidad por <i>Google AdWords</i> y <i>Display</i>
Mailling masivo
Publicidad por <i>Facebook</i> y <i>Youtube</i>
Vallas
Evento de lanzamiento
Ferias estudiantiles
Material impreso

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo

- **Costos:**

En este estudio no se presentan costos.

- **Gastos:**

**Tabla 39. Gastos del estudio de mercado**

CONCEPTO
Gastos en promoción/publicidad y ventas durante el horizonte del proyecto

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la Dra. Luisa Manrique, Directora de Comunicaciones y Mercadeo

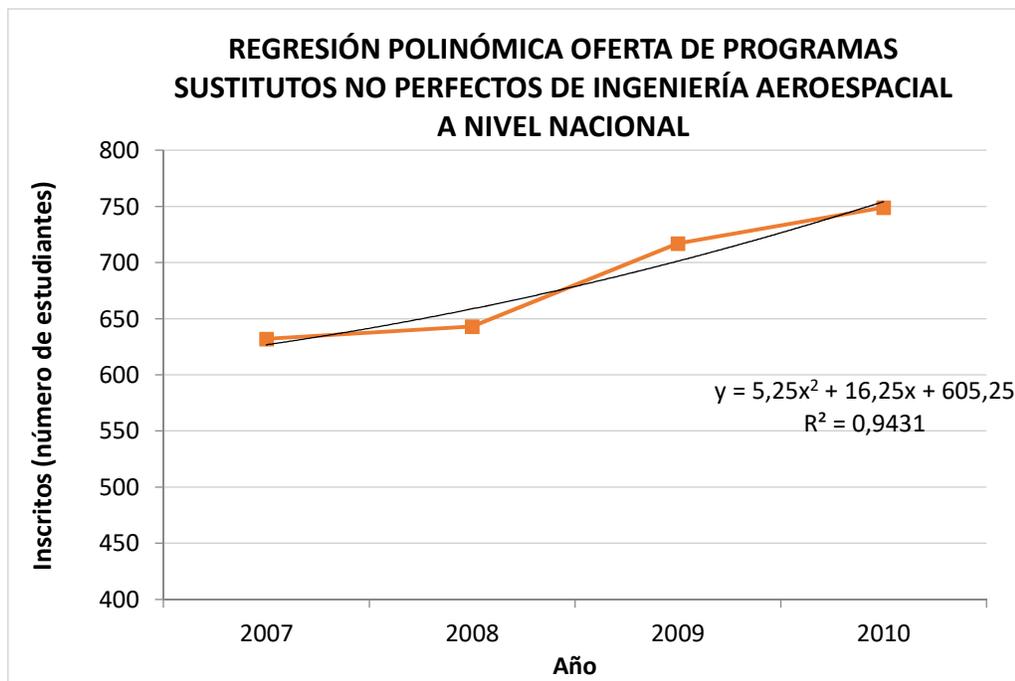
### 3.1.6. Soportes de los análisis adelantados

Es este subcapítulo se presentan las proyecciones realizadas que no presentaron el mejor  $R^2$ , pero que soportan los análisis realizados.

#### Oferta

A continuación se presenta la gráfica de la regresión polinómica realizada a la oferta de programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional. La función de la ecuación obtenida y el valor de  $R^2$  se muestran en la Ecuación 1.

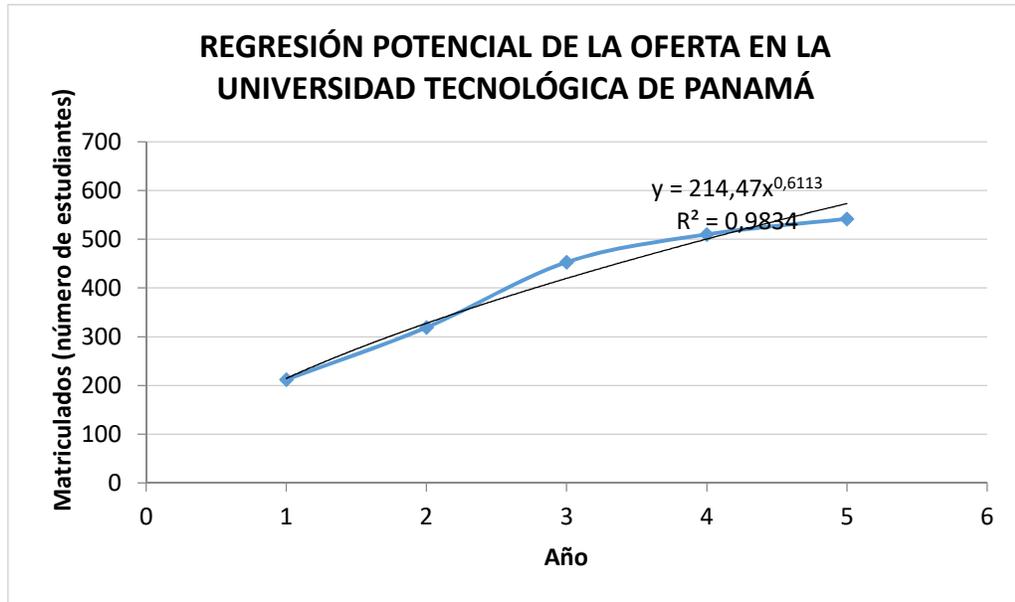
**Gráfica 9. Regresión polinómica de la oferta de programas sustitutos no perfectos de Ingeniería Aeroespacial a nivel nacional**



Fuente: elaboración propia con información de (SNIES, 2017b)

A continuación se presenta la gráfica de la regresión potencial realizada a la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá. Cabe anotar que para realizar la regresión los valores del eje X se modificaron, para iniciar en 1. La función de la ecuación obtenida y el valor de  $R^2$  se muestran en la Ecuación 2.

Gráfica 10. Regresión potencial de la oferta en la Universidad Tecnológica de Panamá



Fuente: elaboración propia con información de (MEDUCA - Ministerio de Educación de Panamá, n.d.)

## **3.2. ESTUDIO TÉCNICO**

El presente estudio busca evaluar los aspectos técnicos necesarios para la creación y operación del programa de Ingeniería Aeroespacial, por medio del análisis de alternativas de procesos, ingeniería y tecnología, tamaño del programa y requerimientos de obras físicas, con el fin de determinar la viabilidad en etapa de pre factibilidad y la inversión que la Escuela debe hacer para la conformación del programa.

### **3.2.1. Hallazgos**

A continuación, se presentan los hallazgos para el desarrollo del estudio de técnico en el análisis de los procesos, ingeniería y tecnología, tamaño del programa y requerimientos de obras físicas.

#### **3.2.1.1. Ingeniería**

##### **3.2.1.1.1. Procesos**

Para la creación de programa académicos en la Escuela se identificaron principalmente los procesos de creación y los procesos de operación, los cuales se desarrollan en seguida.

- **Proceso para la creación de programas académicos**

Para el proceso de creación de programas académicos en la Escuela se deben tener en cuenta las normas y legislaciones reguladas por el Ministerio de Educación Nacional, tales como<sup>19</sup>:

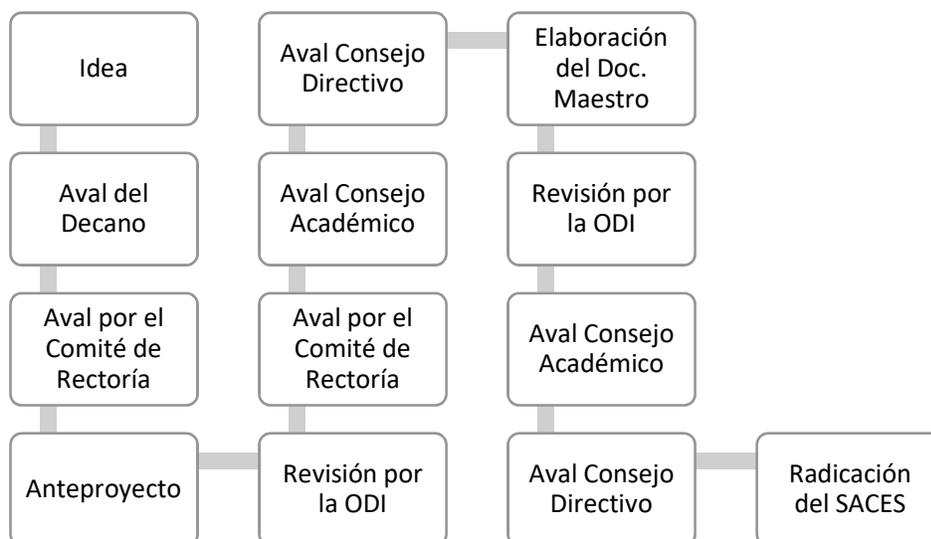
- Ley 30 del 28 de diciembre de 1992
- Decreto 836 del 17 de abril de 1994
- Decreto 1850 del 13 de agosto de 2002
- Decreto 1001 del 3 de abril de 2006
- Otras normas que sean proyectadas con fecha posterior de elaboración de este estudio.

Asimismo, se debe considerar el procedimiento establecido por la Vicerrectoría Académica y la ODI, el cual se menciona en el aparte 1.8 Proceso de producción del producto del proyecto, y el proceso de creación de programas de manera interna descrita en la Ilustración 7.

---

<sup>19</sup> Tomado y revisado de Artunduaga O, Castro M, Díaz R, Implantación del programa de maestría en proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008.

**Ilustración 7. Proceso para la creación de programas académicos**



Fuente: Elaboración propia con información de la Oficina de Desarrollo Institucional

- **Proceso para la operación de programas académicos**

El proceso de operación de programas académicos se repite semestralmente y contempla las etapas de mercadeo, admisión, matrícula de estudiantes, formación académica, tesis o proyecto de grado y graduación (Artunduaga, Castro, & Díaz, 2008).

- **Mercadeo**

El proceso de mercadeo del programa considera dos etapas: planeación y ejecución de la estrategia.

En la primera, se diseña la estrategia a emplear en el mercadeo del programa, teniendo en cuenta aspectos como el público objetivo, los factores de éxito del programa, la competencia, la experiencia, la programación de fechas y las finanzas (margen de utilidad y punto de equilibrio). Mientras que el objetivo de la segunda es organizar las actividades tendientes a dar cumplimiento de la estrategia definida (Artunduaga et al., 2008).

- **Admisión**

El proceso de admisión de la Escuela está centralizado administrativamente en la Secretaría General y se fundamenta en los principios del Proyecto Institucional establecidos en la Ilustración 1. Dentro de los componentes de la admisión se encuentran:

**Inscripción:** acto mediante el cual el aspirante solicita ser admitido en un programa académico. Para realizar el proceso de inscripción el aspirante debe tener mínimo 45 puntos en las áreas de interés del Examen Saber 11 de acuerdo al programa académico

de su preferencia<sup>20</sup> (para los programas de ingeniería, a partir del 2014-1, las áreas de interés son Ciencias Naturales, Lectura Crítica y Matemáticas), adquirir el formulario de inscripción, diligenciarlo, adjuntar los documentos exigidos y realizar el trámite en la Oficina de Admisiones (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017)

**Admisión:** las solicitudes de admisión de aspirantes que no cumplan con el requisito mínimo de puntajes en las áreas de interés, serán rechazadas, además, se realiza el proceso de clasificación de cada área ubicando al aspirante en diferentes niveles alto, medio y básico, según los puntajes obtenidos (el puntaje de corte correspondiente a cada nivel se determina según los resultados generales de todos los bachilleres en Bogotá que presentaron la prueba en la misma fecha que el aspirante), de esta forma, tampoco serán admitidos los aspirantes que hayan sido clasificados en Básico en dos o más áreas de interés, siendo una de ellas el área de matemáticas. Una vez el aspirante es admitido, debe presentar los exámenes de conocimientos en Matemáticas, Física y Química de la Escuela, los cuales le indicarán que asignaturas debe cursar en primer semestre, en caso de no aceptarla el estudiante deberá cursar las asignaturas indicadas en la respuesta de admisión (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017).

**Transferencia:** se considera transferencia cuando un estudiante de otra universidad aspira a cursar uno de los programas de la Escuela. Las solicitudes de admisión de aspirantes son evaluadas con los mismos requisitos de puntaje del Examen Saber 11 de acuerdo al programa académico escogido, se requiere además, haber obtenido un promedio acumulado de carrera mínimo de 3.20 (en escala de 1 a 5) y presentar entrevista. Las solicitudes de admisión de aspirantes que no cumplan con el requisito mínimo de puntajes en las áreas de interés mencionados anteriormente o, en el promedio acumulado mínimo obtenido en la universidad de procedencia, serán rechazadas (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017).

**Reintegro:** se considera reintegro como el derecho de un estudiante a continuar su programa cuando por motivos de orden personal ha suspendido voluntariamente sus estudios por un máximo de tres períodos académicos consecutivos<sup>21</sup>. Para realizar esta solicitud el estudiante deberá tener un promedio acumulado igual o superior a 3.0, incluido el último semestre cursado y no haber reprobado por tercera vez una asignatura, no estar en Seguimiento Académico o bajo Sanción Disciplinaria y no haber reprobado por segunda vez una prueba reglamentaría (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017).

- **Matrícula de estudiantes**

El proceso de matrícula contempla el cambio de estatus de un admitido a estudiante de la Escuela, previo cumplimiento de los requisitos señalados por esta. Una vez la matrícula ha sido legalizada, se realizan diferentes jornadas de inducción para instruir a los nuevos estudiantes a cerca de aspectos fundamentales de la Escuela y el programa a cursar.

---

<sup>20</sup> Aprobado por el Consejo Directivo, 6 de septiembre de 2016.

<sup>21</sup> Art. 29, Reglamento Estudiantil

Para los estudiantes antiguos, el proceso de matrícula se realiza a través de la plataforma de servicios académicos. Allí cada estudiante encuentra la información correspondiente a los pagos pendientes de los derechos de matrícula para el siguiente semestre académico, una vez son cancelados la matrícula es legalizada y el estudiante puede continuar con su plan de estudios.

- **Formación académica**

Este proceso define los aspectos técnicos que desarrollan la formación académica del programa, teniendo en cuenta aspectos como el perfil de aspirante, el perfil de egresado, la estructura curricular, características y estructura del programa, número de estudiantes y recursos (Artunduaga et al., 2008)

- **Proyecto de Grado**

Es el proceso mediante el cual se opta al título de profesional en el programa cursado, enmarcado dentro del reglamento de programas de pregrado.

- **Graduación**

El proceso de grado es la etapa de culminación del programa de pregrado, para acceder a este, el estudiante debe haber cursado y aprobado todas las asignaturas del plan de estudios, haber aprobado la Tesis o Proyecto de Grado, cancelar oportunamente los derechos de grado respectivos y estar a paz y salvo por todo concepto con la Escuela (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2017).

### **3.2.1.1.2. Lineamientos curriculares de pregrados en la Escuela**

A la fecha de elaboración del presente informe (octubre 2017) la Escuela contaba con los siguientes lineamientos curriculares aplicados a sus pregrados:

- **Ciclo de fundamentación dependiendo del ICFES del aspirante:** el aspirante al hacer la inscripción y presentar la documentación pertinente, la Escuela evalúa su puntuación en el ICFES en materias como: cálculo, algebra, física, química y español, según este puntaje se clasifica al aspirantes si debe presentarse al ciclo de fundamentación anterior al primer semestre de su pregrado y continuar directamente iniciando su carrera profesional en la Escuela. Las materias son:
  - Pre cálculo
  - Análisis geométrico
  - Fundamentos de física
  - Fundamentos de química
  - Fundamentos de comunicación I
- **Ciclo básico:** la Escuela contempla una malla curricular básica para todos los programas de ingeniería. Este ciclo básico consta de áreas de conocimiento como:

- Cálculo
- Álgebra
- Física
- Química
- Introducción a la ingeniería
- Deporte
- Historia de Colombia
- Comunicación
- Economía
- Contabilidad
- Idiomas
- Electivas humanísticas

Durante el 2017, la Escuela radicó satisfactoriamente la renovación curricular de sus programas de pregrado ante el Ministerio de Educación Nacional y para el 21 de febrero de 2018 recibió las primeras aprobaciones, entre ellas, la del programa de ingeniería mecánica<sup>22</sup>.

La renovación contempla un Núcleo de Formación Común Institucional (NFCI), un Núcleo de Formación por Campo del Conocimiento (NFCC) y un Núcleo de Formación Específica (NFE).

- **Núcleo de Formación Común Institucional (NFCI):** este núcleo está conformado por 20 asignaturas, en el cual, los estudiantes deben tomar 53 créditos, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 40. Núcleo de Formación Común Institucional**

ASIGNATURAS	NÚMERO DE CRÉDITOS
Pre cálculo	4
Análisis Geométrico	4
Cálculo Diferencial	4
Álgebra Lineal	3
Cálculo Integral	4
Probabilidad y Estadística	4
Fundamentos de la Comunicación 1	2
Fundamentos de la Comunicación 2	2
Idioma 1	2
Idioma 2	2
Idioma 3	2
Idioma 4	2
Historia y Geografía de Colombia	2

<sup>22</sup> Información suministrada por Claudia Luque Enciso, profesional de la ODI.

ASIGNATURAS	NÚMERO DE CRÉDITOS
Colombia: Realidad, Instituciones Políticas y Paz	2
Electiva Humanística 1	2
Electiva Humanística 2	2
Fundamentos Económicos	3
Fundamentos Contables y Financieros	3
Fundamentos de desarrollo y gerencia de proyectos	3
Electiva de Bienestar Universitario	1
<b>TOTAL NFCI</b>	<b>53</b>

Fuente: documento Estructura y Organización del Currículo de la ODI

- **Núcleo de Formación por Campo del Conocimiento (NFCC):** Este núcleo está conformado por 8 asignaturas, en el cual, los estudiantes deben tomar 27 créditos, como se muestra a continuación

Tabla 41. Núcleo de Formación por Campo del Conocimiento

ASIGNATURAS	NÚMERO DE CRÉDITOS
Cálculo Vectorial	4
Ecuaciones Diferenciales	3
Algoritmos y Programación	3
Fundamentos de Mecánica	3
Física Mecánica	4
Física del Electromagnetismo	4
Biología	3
Expresión Gráfica	3
<b>TOTAL NFCC</b>	<b>27</b>

Fuente: documento Estructura y Organización del Currículo de la ODI

### 3.2.1.1.3. Selección de universidades a investigar

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, se entiende por ingeniería y tecnología la estructuración del plan de estudios o malla curricular del programa de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela. Para realizar una buena aproximación al plan de estudios de la Escuela se planteó revisar la malla curricular de las mejores universidades del mundo que ofrecen el programa y que se consideran referentes internacionales.

De esta forma, se extrajo información de ARWU (en adelante ranking de Shanghái), considerado el ranking más importante y de mayor utilización por las universidades de investigación del mundo, según la revista *The Economist* en 2015. ARWU evalúa seis (6) indicadores para clasificar las universidades: i) número de ex alumnos y personal ganadores de premios Nobel, ii) número de ex alumnos y personal ganadores de medallas *Fields*, iii) número de investigadores altamente citados que son seleccionados por la agencia *Thomson Reuters*, iv) cantidad de artículos publicados en revistas de

ciencias naturales y ciencias básicas, v) número de artículos indexados en *Science Citation Index* y *Social Sciences Citation Index* y vi) rendimiento per cápita de la universidad (Shanghai Ranking Consultancy, 2016b).

En primera instancia, se extrajo la información de las mejores universidades a nivel mundial en el área de ingeniería según el ranking de Shanghái (ver Anexo 4) y se comparó con el reporte de las universidades que ofrecen Ingeniería Aeroespacial, extraído de Wikipedia (ver Anexo 5). Como resultado, se obtuvieron setenta y ocho (78) instituciones que ofrecían el programa y hacían parte del ranking. En segunda instancia, para tener una muestra representativa se optó por analizar cinco (5) universidades por cada continente, para un total de treinta (30) instituciones. En caso de no encontrarse las cinco (5) universidades por continente se incluirían otras que estuvieran mejor posicionadas en el ranking.

Al realizar dicho análisis, fue evidente que los continentes de Norte América, Europa y Asia son líderes mundiales en educación aeroespacial, caso contrario en África, donde no se encontraron universidades dentro del ranking.

La Tabla 42 muestra el número de universidades seleccionadas por cada continente y la Tabla 43 presenta el detalle de cada una.

**Tabla 42. Número de universidades analizadas por continente**

CONTINENTE	CANTIDAD
Asia	6
Europa	6
Norte américa	13
Oceanía	3
Suramérica	2
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 43. Universidades internacionales seleccionadas**

NO	UNIVERSIDAD	RANKING ARWU	PAÍS	CONTINENTE
1	Massachusetts Institute of Technology	1	Estados Unidos	Norte América
2	Stanford University	2	Estados Unidos	Norte América
3	Illinois University	4	Estados Unidos	Norte América
4	Texas University	5	Estados Unidos	Norte América
5	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	6	Reino Unido	Europa
6	Georgia Institute of Technology	7	Estados Unidos	Norte América
7	University of Michigan	8	Estados Unidos	Norte América
8	Universidad de Tsinghua	12	China	Asia
9	Cambridge University	13	Reino Unido	Europa

NO	UNIVERSIDAD	RANKING ARWU	PAÍS	CONTINENTE
10	Purdue University	19	Estados Unidos	Norte América
11	Princeton University	22	Estados Unidos	Norte América
12	Pusan National University	151-200	Corea	Asia
13	University of Colorado at Boulder(ABET)	51-75	Estados Unidos	Norte América
14	Universidad de Tohoku	39	Japón	Asia
15	University of New South Wales	41	Australia	Oceanía
16	Technion-Israel Institute of Technology	44	Israel	Asia
17	University of Kyushu	101-150	Japón	Asia
18	Delft University of Technology	101-150	Países Bajos	Europa
19	University of Arizona	101-150	Estados Unidos	Norte América
20	Universidade Feredal de Minas Gerais	101-150	Brasil	Suramérica
21	Universidad Politécnica de Valencia	151-200	España	Europa
22	Universidad Politécnica de Cataluña	101-150	España	Europa
23	Arizona State University	51-75	Estados Unidos	Norte América
24	University of Colorado	51-75	Estados Unidos	Norte América
25	Monash University	51-75	Australia	Oceanía
26	Universidad de Kyoto	76-100	Japón	Asia
27	The Pennsylvania State University	76-100	Estados Unidos	Norte América
28	University of Queensland	76-100	Australia	Oceanía
29	Universidad Politécnica de Madrid	151-200	España	Europa
30	Universidad de Antioquia	NR	Colombia	Suramérica

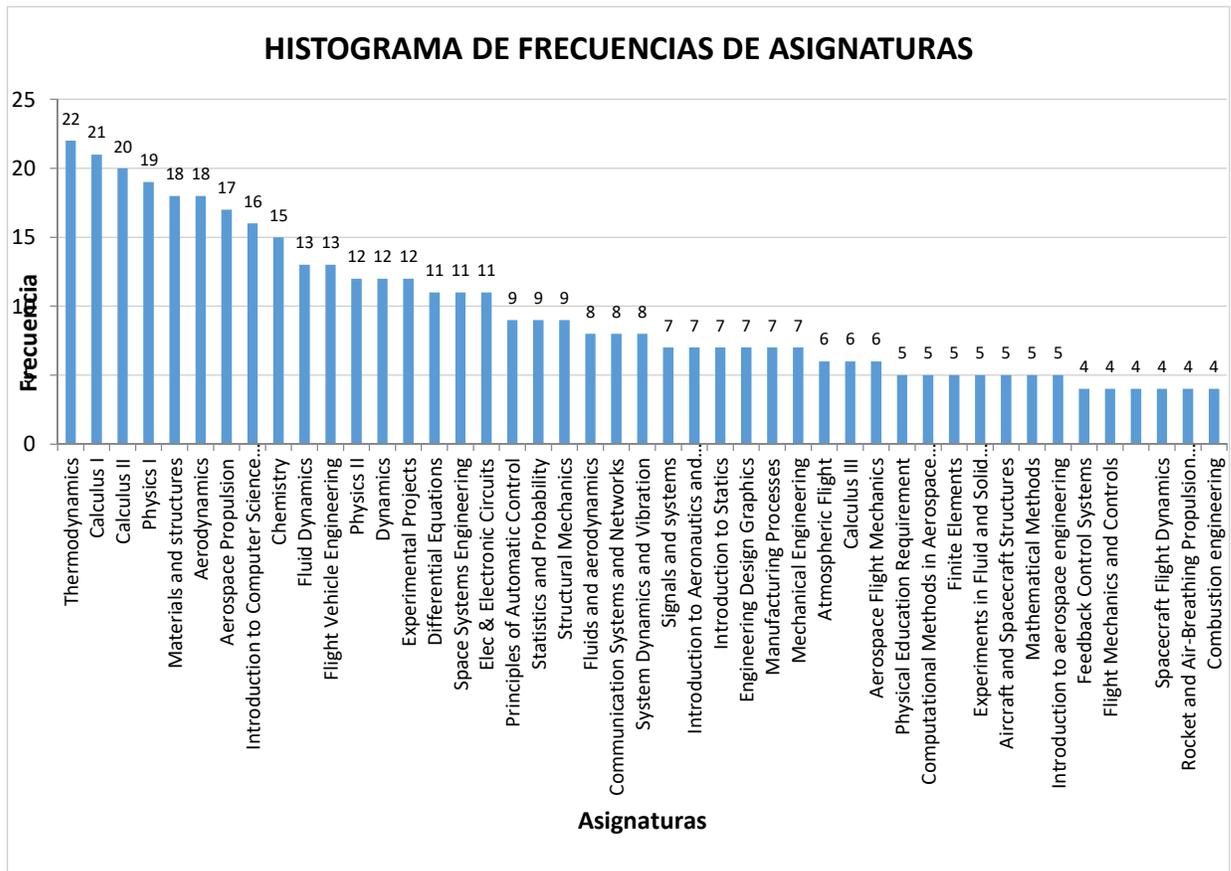
Fuente: elaboración propia

#### 3.2.1.1.4. Asignaturas típicas

Se realizó el análisis del plan de estudios de las treinta (30) universidades descritas en la Tabla 43, el cual arrojó un total de noventa y dos (92) asignaturas y se tabuló su frecuencia de acuerdo con el número de apariciones en cada uno de los programas analizados (ver Anexo 6). Del ejercicio anterior, se seleccionaron las cuarenta y cinco (45) asignaturas con mayores frecuencias, las cuales se utilizaron como base para la construcción del plan de estudios, teniendo en cuenta el ciclo básico y los cursos obligatorios establecidos por la Escuela.

A continuación, se presenta en la Gráfica 11, el histograma de frecuencias de las asignaturas.

Gráfica 11. Histograma de frecuencias de asignaturas



Fuente: elaboración propia

### 3.2.1.1.5. Líneas de profundización típicas

En cuanto a líneas de profundización, se encontraron diecisiete (17) diferentes líneas de énfasis en las universidades internacionales de la Tabla 43 y cuatro (4) en las universidades latinoamericanas de la Tabla 12 (solo se tuvieron en cuenta los programas de Ing. Aeroespacial o Ing. Civil Aeroespacial). La información recopilada se presenta en la Tabla 44.

Tabla 44. Histograma de frecuencias de líneas de profundización

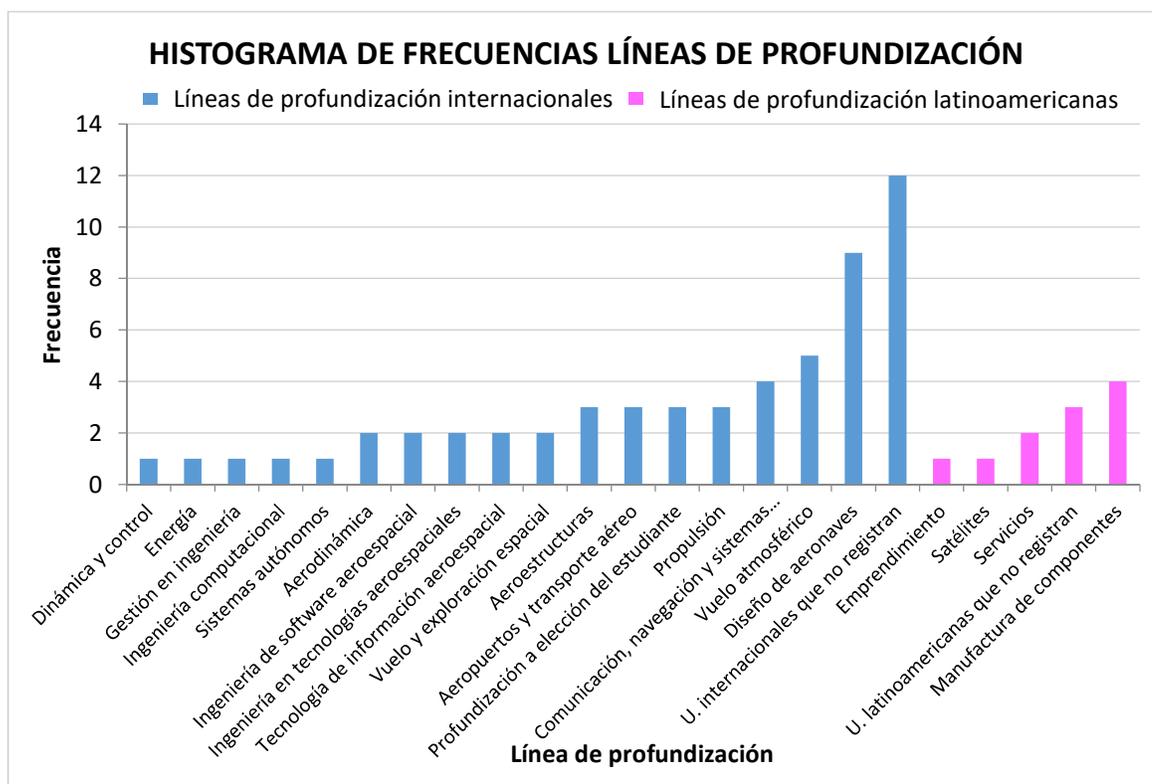
LÍNEAS DE PRODUNDIZACIÓN UNIVERSIDADES INTERNACIONALES		LÍNEAS DE PRODUNDIZACIÓN UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS	
LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN	FRECUENCIA	LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN	FRECUENCIA
Aerodinámica	2	Emprendimiento	1
Aero estructuras	3	Satélites	1
Aeropuertos y transporte aéreo	3	Servicios	2

LÍNEAS DE PRODUNDIZACIÓN UNIVERSIDADES INTERNACIONALES		LÍNEAS DE PRODUNDIZACIÓN UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS	
LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN	FRECUENCIA	LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN	FRECUENCIA
Comunicación, navegación y sistemas integrados	4	Manufactura de componentes	4
Dinámica y control	1	No registra	3
Diseño de aeronaves	9		
Energía	1		
Gestión en ingeniería	1		
Ingeniería computacional	1		
Ingeniería de software aeroespacial	2		
Ingeniería en tecnologías aeroespaciales	2		
Profundización a elección del estudiante	3		
Propulsión	3		
Sistemas autónomos	1		
Tecnología de información aeroespacial	2		
Vuelo atmosférico	5		
Vuelo y exploración espacial	2		
No registra	12		

Fuente: elaboración propia

La Gráfica 12 representa gráficamente la información encontrada.

**Gráfica 12. Histograma de líneas de profundización**



Fuente: elaboración propia

### 3.2.1.1.6. Identificación de duración de programas académicos

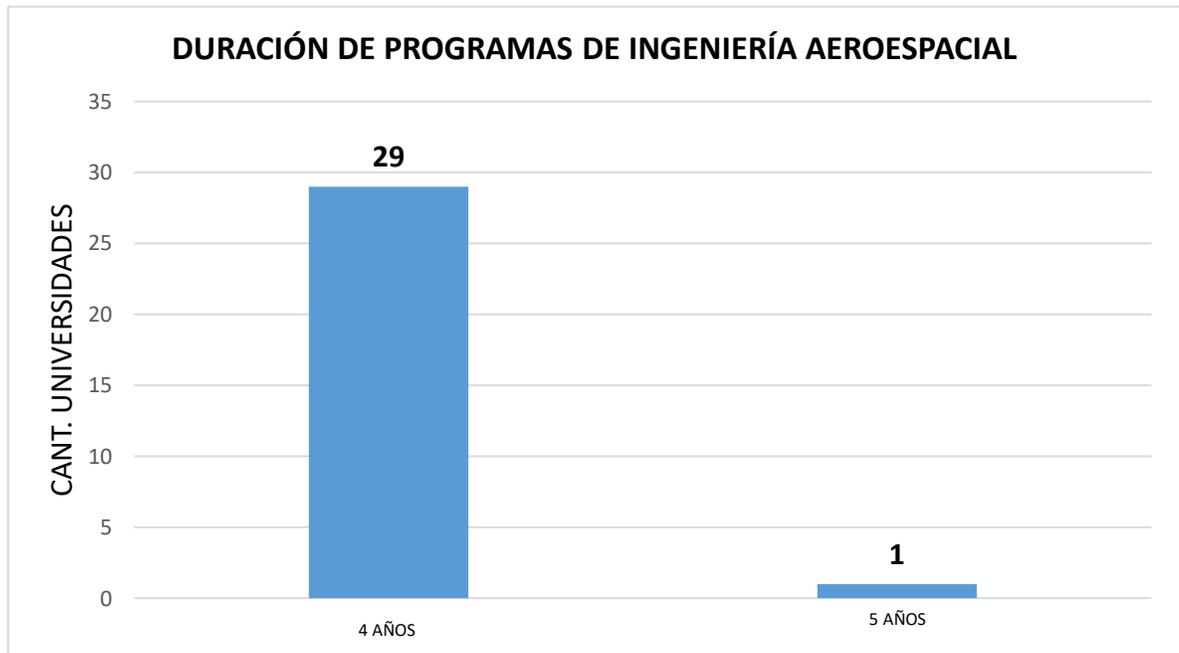
Se identificó la duración en años del programa de ingeniería aeroespacial en las treinta (30) universidades seleccionadas con información tomada desde su página web y el resultado de éste análisis se describe en la Tabla 45. Posteriormente, se hizo un histograma para identificar con mayor claridad la diferencia entre estas universidades en la Gráfica 13.

**Tabla 45. Duración del programa en Universidades seleccionas**

NO	UNIVERSIDAD	NO AÑOS
1	Massachusetts Institute of Technology	4
2	Stanford University	4
3	Illinois University	4
4	Texas University	4
5	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	4
6	Georgia Institute of Technology	4
7	University of Michigan	4
8	Universidad de Tsinghua	4

<b>NO</b>	<b>UNIVERSIDAD</b>	<b>NO AÑOS</b>
9	Cambridge University	4
10	Purdue University	4
11	Princeton University	4
12	Pusan National University	4
13	University of Colorado at Boulder(ABET)	4
14	Universidad de Tohoku	4
15	University of New South Wales	4
16	Technion-Israel Institute of Technology	4
17	University of Kyushu	4
18	Delft University of Technology	4
19	University of Arizona	4
20	Universidade Feredal de Minas Gerais	4
21	Universidad Politécnica de Valencia	4
22	Universidad Politécnica de Cataluña	4
23	Arizona State University	4
24	University of Colorado	4
25	Monash University	4
26	Universidad de Kyoto	4
27	The Pennsylvania State University	4
28	University of Queensland	4
29	Universidad Politécnica de Madrid	4
30	Universidad de Antioquia	5

**Gráfica 13. Duración de programas de ingeniería aeroespacial**



### **3.2.1.2. Tecnología**

#### **3.2.1.2.1. Recursos humanos**

Los programas de pregrado de la Escuela pertenecen a una unidad académica denominada Decanatura, de la que hacen parte programas de posgrados (especialización y maestría), laboratorios y centros de estudio (ver Ilustración 2. Estructura orgánica Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito).

Cada Decanatura cuenta con una estructura que incluye:

- Un decano
- Comité del programa
- Jefe de laboratorio
- Auxiliar de laboratorio
- Profesores de planta
- Profesores de cátedra
- Secretaria

#### **3.2.1.3. Tamaño**

El tamaño del programa está definido por tres (3) factores esenciales, como:

1. Cantidad de profesores.
2. Cantidad y disponibilidad de recursos físicos (salones y laboratorios).

En primera instancia, la cantidad de profesores se evaluó con dos (2) criterios establecidos exclusivamente para este trabajo de grado: i) número de profesores de planta, y ii) perfil académico de profesores.

Refiriéndose al primer criterio, el *ranking Times Higher Education* menciona que las universidades con mayor número de docentes por estudiante tienen mejores posibilidades de crear entornos educativos comprometidos y con mejor interacción. En el 2016 publicó el *ranking Top 100 universities with the best student-to-staff ratios*, en el cual se encontraban tres (3) de las treinta (30) universidades de la Tabla 43 (Times Higher Education, 2016), la información correspondiente se presenta en la Tabla 46.

**Tabla 46. Relación entre estudiantes y profesores universidades internacionales**

UNIVERSIDAD	PAÍS	No. DE ESTUDIANTES	RELACIÓN ESTUDIANTES:PROFESORES
Princeton University	Estados Unidos	7,929	8.4
Massachusetts Institute of Technology	Estados Unidos	11,074	9
University of Michigan	Estados Unidos	41,786	9
<b>Promedio</b>			<b>9</b>

Fuente: elaboración propia con información de (Times Higher Education, 2016)

La Escuela por su parte, ostenta una relación de aproximadamente 10 estudiantes por profesor<sup>23</sup>.

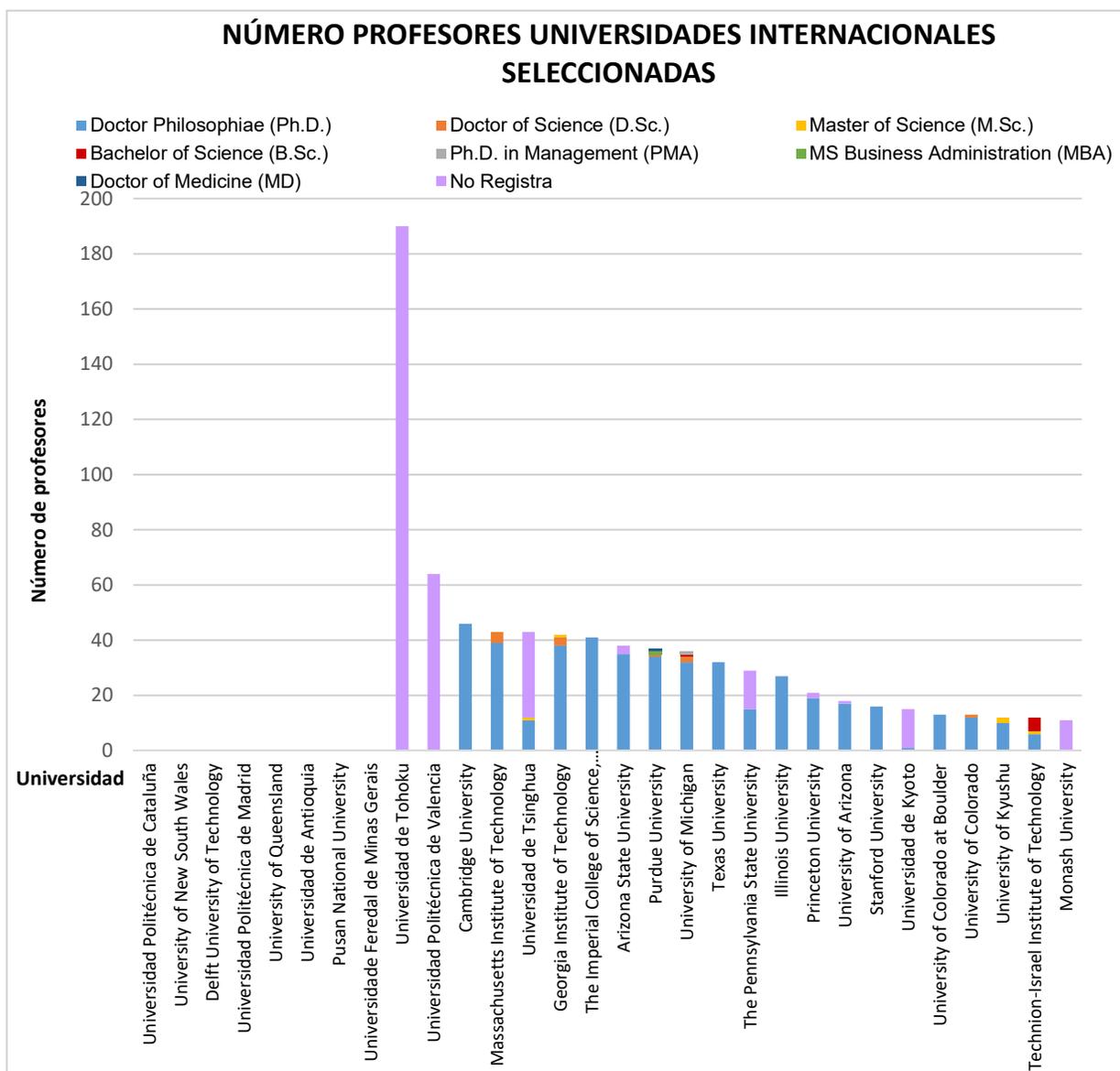
Por otra parte, el perfil académico de los docentes se analizó identificando la hoja de vida de cada uno de ellos y clasificándolo según el título más alto ostentado, en: *Doctor Philosophiae (Ph.D.)*, *Doctor of Science (D.Sc.)*, *Master of Science (M.Sc.)*, *Bachelor of Science (B.Sc.)*, *Ph.D. in Management (PMA)*, *MS Business Administration (MBA)* y *Doctor of Medicine (MD)*, en aquellos casos en los que no se encontró información del perfil del docente se clasificó como No Registra.

A continuación en la Gráfica 14, se presentan los resultados obtenidos del número y perfil de los docentes de Ingeniería Aeroespacial en las treinta (30) universidades y en el Anexo 7 se encuentra el detalle.

---

<sup>23</sup> Cálculo realizado a partir de la información publicada en el informe La Escuela Hoy, donde para diciembre de 2016 la población estudiantil era de 5.435 estudiantes de pregrado y se contaba con un talento humano de 542 profesores (396 de cátedra y 146 de planta). (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

Gráfica 14. Número de profesores por perfil en universidades internacionales seleccionadas

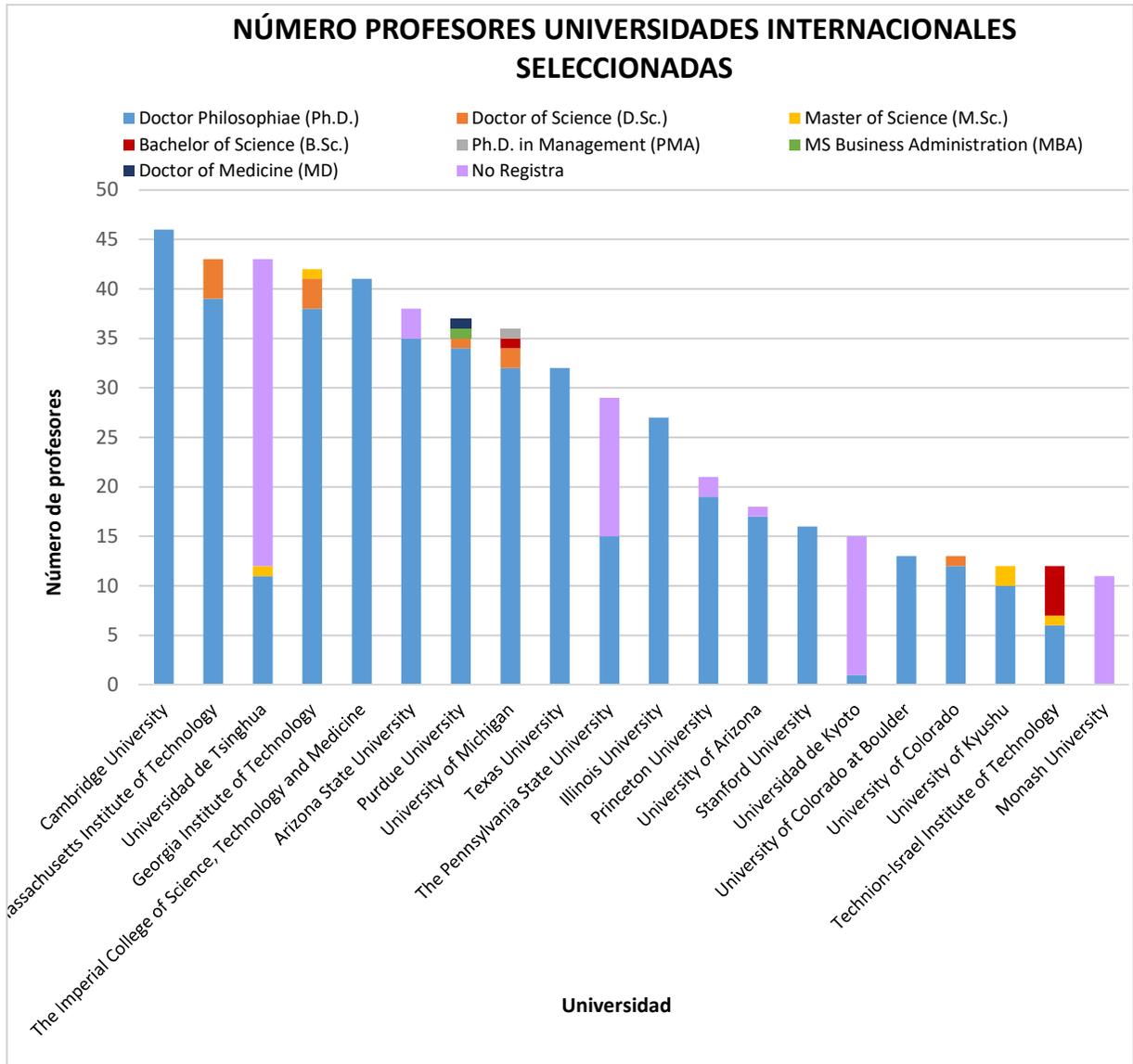


Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla superior, la Universidad de Tohoku en Japón cuenta con ciento noventa (190) profesores y la Universidad Politécnica de Valencia en España con sesenta y cuatro (64), sin embargo ninguna de las instituciones reporta en su página web el perfil de cada uno de ellos.

Con el propósito de evidenciar de forma más clara la distribución de perfiles de docentes en las universidades, se excluyen en la siguiente Gráfica 15 las universidades mencionadas anteriormente, puesto que tienen los valores más extremos, y las que no reportan en su página web información sobre los profesores asociados al programa de pregrado.

**Gráfica 15. Número de profesores por perfil en universidades internacionales seleccionadas teniendo en cuenta exclusiones**



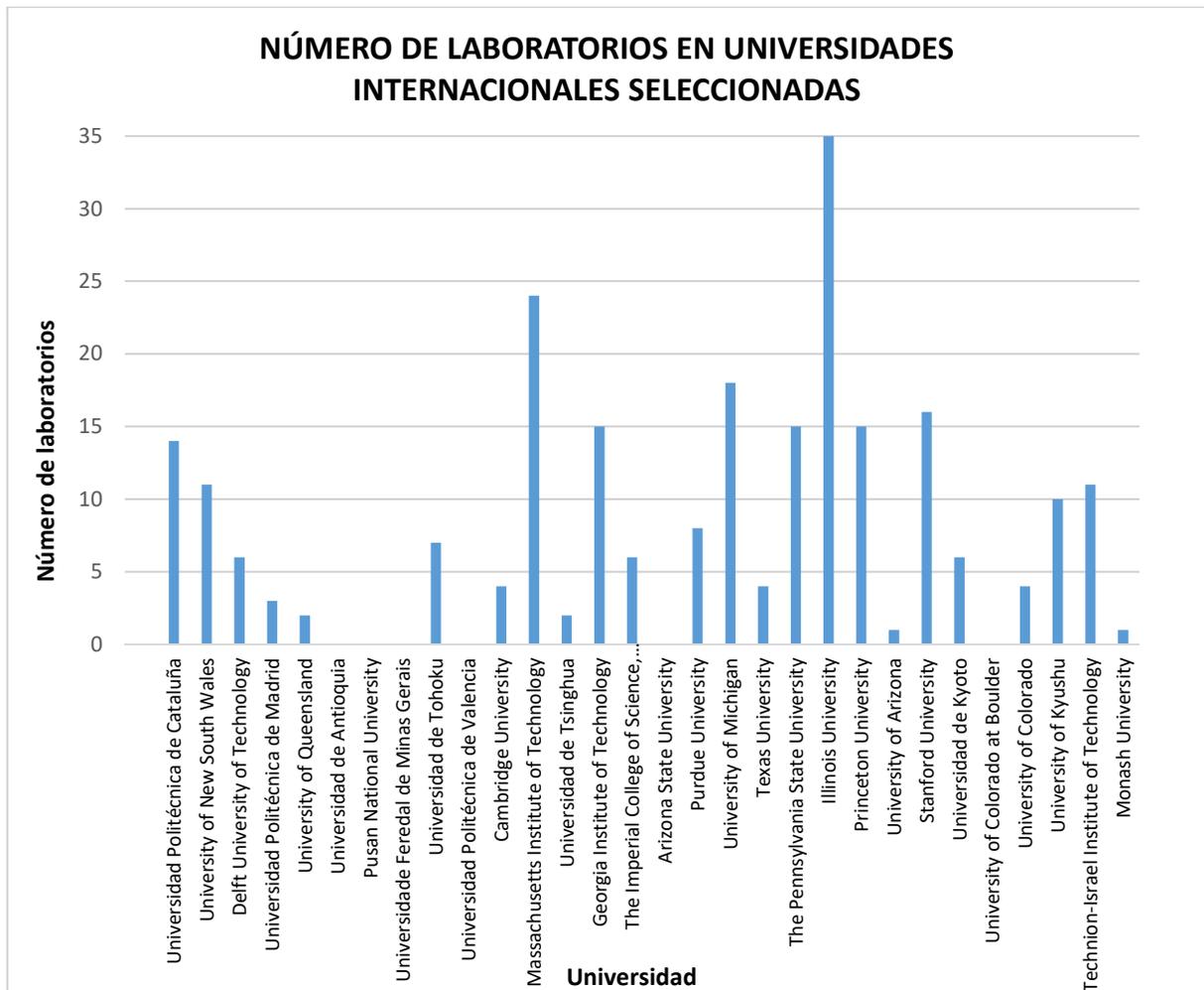
Fuente: elaboración propia

La Gráfica 15 muestra que la Universidad de Cambridge es la que cuenta con el mayor número de profesores en el programa de Ingeniería Aeroespacial, un total de cuarenta y seis (46) e incluso, que el total de estos cuenta con título de Ph.D.

En cuanto a la cantidad de recursos físicos, se realizó el análisis de los laboratorios existentes para el programa impartido en cada una de las universidades seleccionadas. Desafortunadamente, la información del número de salones no es de fácil acceso y no se encuentra disponible en las páginas oficiales de las universidades.

A continuación en la Gráfica 16, se presentan los resultados obtenidos del número de laboratorios de Ingeniería Aeroespacial en las treinta (30) universidades y en el Anexo 8 se presenta el detalle.

**Gráfica 16. Número de laboratorios en universidades internacionales seleccionadas**



Fuente: elaboración propia

Como se observa, la Universidad de Illinois en Estados Unidos es la que tiene el mayor número de laboratorios, un total de treinta y cinco (35). Para las universidades Politécnica de Valencia en España, Arizona State University en Estados Unidos, Pusan National University en Corea, University of Colorado at Boulder en Estados Unidos, Universidade Federal de Minas Gerais en Brasil y Universidad de Antioquia en Colombia no se encontró información sobre la cantidad de instalaciones prácticas.

### 3.2.1.4. Requerimiento de obras físicas

Conversando con expertos como la Dra, Daissy Garcés y profesores de la Fundación Universitaria los Libertadores, se identificó en la Tabla 47 las recomendaciones de expertos en ingeniería aeroespacial de laboratorios y maquinarias típicas en este programa.

**Tabla 47. Recomendaciones de expertos**

RECOMENDACIONES DE EXPERTOS	
Recomendación Dra. Daissy Garcés, coronel de la Fuerza Aérea Colombiana	Taller de ingeniería
	Laboratorio de resistencia de materiales
	Laboratorio de propulsión térmica
	Laboratorio de análisis y diseño asistido por computador
	Laboratorio de procesos de manufactura
	Laboratorio de transferencia de calor
	Laboratorio de mecánica de vuelo
	Laboratorio caracterización de materiales
	Laboratorio de estructuras aeroespaciales
	Laboratorio de aerodinámica/túnel de viento
Recomendación Ingenieros Francisco González y Jaime Orduy, Fundación Los Libertadores	Laboratorio de aerodinámica supersónico
	Control automático de vuelo
	Propulsión con motor turbohélice y turbo fan
	Estructuras aeronáuticas
	Aviónica
	Sistemas de navegación
	Sistemas generales del avión
	Banco de pruebas
	Laboratorio virtual STK
	Motor turbohélice
	Software
	Simuladores de vuelo
Túnel supersónico pequeño	

Fuente: elaboración propia

### 3.2.1.5. Localización

A continuación se presentan los hallazgos de la localización a nivel macro y micro.

- **Macro localización**

Se identificó que los programas de Ingeniería Aeroespacial se desarrollan en las sedes principales de las universidades analizadas y que además, la Escuela ha venido implementando sus nuevos programas en la ubicación actual de la misma.

- **Micro localización**

Para la micro localización del programa, se identificó que las universidades analizadas cuentan con Departamentos independientes para cada uno de sus programas académicos. Así mismo, se evidenció en el organigrama de la Escuela (ver Ilustración 2) que ésta se rige por el mismo principio, oficinas especializadas por cada programa académico, las cuales toman el nombre de Decanaturas.

En cuanto a la localización física de la Decanatura, el Director de Planta Física y Mantenimiento, Dr. Carlos Andrés Santacruz, informó que actualmente la Escuela no dispone de áreas disponibles para adecuar nuevas oficinas.

### **3.2.2. Análisis de alternativas**

A partir de los principales hallazgos de los procesos, infraestructura, ingeniería y tamaño del programa, se realizó un análisis de alternativas para tamaño del programa, profundización y fundamentación:

#### **3.2.2.1. Laboratorios**

Las alternativas a evaluar corresponden a laboratorios propios (construidos por la Escuela), alquilados y en convenio con entidades estatales u otras universidades.

**Alternativa 1 – laboratorios propios:** en esta alternativa la Escuela invierte recursos para construir laboratorios y así poder suplir por cuenta propia e independiente las necesidades de laboratorios que surgen del programa.

- Ventajas: el poder seleccionar los equipos de los laboratorios, que puede ser de última generación y acomodarse a las necesidades particulares de la Escuela y el programa, así como tener una localización conveniente para quienes harán uso de los mismos.
- Desventajas: esta alternativa puede resultar costosa, por la construcción, compra de equipos y mantenimiento de los mismos, además es difícil de implementar a corto plazo.

**Alternativa 2 – laboratorios alquilados:** Corresponde a hacer uso de los laboratorios ya existentes de otra universidad o institución, a cambio de una tarifa que paga la Escuela por dicho uso.

- Ventajas: la ventaja principal de esta alternativa es la reducción en costos para acceder a los laboratorios, pues el único costo corresponde al alquiler de instalaciones ya existentes.

- Desventajas: como desventajas tiene el hecho de que la localización puede no ser la óptima, implicando tiempos y costos de traslado de quienes vayan a utilizar los laboratorios. Adicionalmente, no se tiene potestad sobre los equipos de los laboratorios y las especificaciones de los mismos, por lo que existe la posibilidad de que estos no sean de última tecnología o no se acoplen por completo a las necesidades del programa. Algo similar se presenta con los espacios y áreas de los laboratorios.

**Alternativa 3 - realizar un convenio:** como alternativa, resulta muy similar a la de alquilar los laboratorios. Se diferencia en que en vez de pagar una tarifa por el uso de los laboratorios, la Escuela ofrece un servicio de carácter similar, y en principio equivalente económicamente a la universidad o entidad que ponga a disposición los laboratorios.

- Ventajas: al igual que con los laboratorios alquilados, la ventaja principal de esta alternativa es la reducción en costos para acceder a los laboratorios; sin embargo, en este caso la reducción en costos es más significativa.
- Desventajas: además de tener las mismas desventajas que la alternativa 2, se pueden llegar a presentar dificultades al momento de negociar el convenio y llegar a un acuerdo, lo cual es dispendioso en tiempo y recursos.

#### **Evaluación de alternativas:**

Para evaluar las alternativas ya explicadas se propusieron tres (3) criterios: i) costo, ii) obsolescencia y iii) localización.

El costo hace referencia a cuánto debe pagar la Escuela para poder utilizar los laboratorios. A mayor sea el costo, menor será la calificación obtenida en esta variable.

Con el criterio de obsolescencia se mide que tan modernos son los equipos de los laboratorios que se puedan utilizar en cada una de las alternativas, para lo cual se ha establecido que los equipos más modernos y de última tecnología otorguen el mayor puntaje.

Finalmente, la variable de localización hace referencia a la cercanía de los laboratorios al campus de la Escuela, por lo que unos laboratorios ubicados dentro del campus obtendrían el mejor puntaje en esta variable.

Por la importancia que tiene la variable costo en la viabilidad del proyecto, se le ha dado la mayor importancia, con un valor de 5. A las variables obsolescencia y localización, por no ser críticas, se les otorgó una calificación de 3 puntos a cada una.

Para calificar cada una de las variables en las 3 alternativas planteadas, se ha utilizado una escala de 1 a 5, siendo 5 el mejor puntaje. A continuación, en la Tabla 48 se muestran los puntajes dados a las alternativas:

**Tabla 48. Puntuación de alternativas para cada variable**

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Costo</b>	3	4	5
<b>Obsolescencia</b>	5	3	3
<b>Localización</b>	5	3	3

Posteriormente se procede a multiplicar las calificaciones con los valores dados a cada variable, como se evidencia en la Tabla 49 donde aparecen los valores ponderados para cada alternativa:

**Tabla 49. Puntuación ponderada de alternativas para cada variable y total**

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Costo</b>	15	20	25
<b>Obsolescencia</b>	15	9	9
<b>Localización</b>	15	9	9
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>38</b>	<b>43</b>

De la evaluación de alternativas se define entonces que la alternativa 1 (laboratorios propios) resulta ser la óptima sobre la 2 y 3, con un puntaje de 45 puntos en total.

### **3.2.3. Conclusiones**

Con base en los hallazgos obtenidos se presentan las siguientes conclusiones sobre la ingeniería y tecnología, el tamaño, los requerimientos de obras físicas y la localización.

#### **3.2.3.1. Ingeniería**

##### **3.2.3.1.1. Procesos**

Se concluye que la Escuela ya tiene procesos definidos internamente descritos en el aparte 3.2.1.1.1.

##### **3.2.3.1.2. Lineamientos curriculares de pregrados en la Escuela**

La Escuela ya tiene estructuras básicas y fundamentales de educación para sus ingenierías. Adicional a esto, se está corriendo actualmente un proceso de actualización curricular que afectaría al estudio en su etapa de factibilidad una malla curricular propuesta.

##### **3.2.3.1.3. Asignaturas típicas**

Después de analizar el histograma de frecuencias de la Gráfica 11, es posible concluir que las asignaturas con mayores repeticiones, excluyendo aquellas que pertenecen al ciclo básico de la ingeniería, son:

**Tabla 50. Asignaturas con mayores frecuencias**

<b>ASIGNATURAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<i>Thermodynamics</i>	22
<i>Materials and structures</i>	18
<i>Aerodynamics</i>	18
<i>Aerospace Propulsion</i>	17
<i>Fluid Dynamics</i>	13
<i>Flight Vehicle Engineering</i>	13
<i>Dynamics</i>	12
<i>Space Systems Engineering</i>	11
<i>Elec &amp; Electronic Circuits</i>	11
<i>Principles of Automatic Control</i>	9
<i>Structural Mechanics</i>	9
<i>Fluids and aerodynamics</i>	8
<i>Communication Systems and Networks</i>	8
<i>System Dynamics and Vibration</i>	8
<i>Signals and systems</i>	7
<i>Introduction to Statics</i>	7
<i>Manufacturing Processes</i>	7
<i>Mechanical Engineering</i>	7
<i>Atmospheric Flight</i>	6
<i>Aerospace Flight Mechanics</i>	6

Fuente: elaboración propia

Con las asignaturas de mayor frecuencia se creó un modelo de Plan de Estudios genérico y representativo de los programas analizados en las treinta (30) universidades internacionales. El plan de estudios de la Ilustración 8 representa la ubicación de las materias en cada uno de los semestres.

Ilustración 8. Plan de estudios según frecuencias de asignaturas

Ingeniería Aeroespacial									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
CÁLCULO DIFERENCIAL									
			ECUACIONES DIFERENCIALES	MÉTODOS MATEMÁTICOS	SEÑALES Y SISTEMAS		INGENIERÍA DE COMBUSTIÓN		
		CÁLCULO VECTORIAL						ELEMENTOS FINITOS	
FÍSICA MECÁNICA Y DE FLUIDOS	CÁLCULO INTEGRAL			MECÁNICA DE FLUIDOS	PRINCIPIOS DE CONTROL AUTOMÁTICO	SISTEMAS Y REDES DE COMUNICACIÓN	INGENIERÍA DE SISTEMAS ESPACIALES		NAVEGACIÓN Y CONTROL DE VEHÍCULOS AEREOS
			MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA AEROSPAIAL	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA				TURBINAS Y COHOTES	
	Educación Física			PROCESOS BÁSICOS DE MANUFACTURA	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA MECÁNICA	SISTEMA DE CONTROL DIGITAL Y ELÉCTRICO	LABORATORIO MECÁNICA ESTRUCTURAL		
QUÍMICA		FÍSICA DE CALOR, ONDAS Y ESTR. ATÓMICA						PROPULSIÓN AEROSPAIAL	
			TERMODINÁMICA	MATERIALES Y ESTRUCTURAS	SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO O GLOBAL	MECÁNICA ESTRUCTURAL	VUELO ATMOSFÉRICO		INGENIERÍA DE VEHÍCULOS DE VUELO
	EXPRESIÓN GRÁFICA 1								
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AEROSPAIAL		ESTÁTICA	DINÁMICA	LABORATORIO DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS	DINÁMICA DE SISTEMAS Y VIBRACIÓN	AERODINÁMICA	SISTEMA DE CONTROL DE RETROALIMENTACIÓN	MECÁNICA DE VUELO AEROSPAIAL	

Universidades en el mundo

Fuente: elaboración propia con información de universidades seleccionadas de la Tabla 43

#### **3.2.3.1.4. Líneas de profundización frecuentes**

Analizando el histograma de frecuencias de líneas de énfasis (ver Gráfica 12) se puede concluir que a nivel internacional, la profundización más común es Diseño de aeronaves y a nivel latinoamericano es Manufactura de componentes. Es importante mencionar que en universidades americanas los programas cuentan con un ciclo básico reducido para dar al estudiante la libertad de construir su propio plan de estudios basándose en sus intereses, por lo que muchas veces, no cuentan con líneas de profundización establecidas.

#### **3.2.3.1.5. Duración de pregrados en ingeniería aeroespacial**

Analizando el histograma de duración de programas de ingeniería aeroespacial descrita en la Gráfica 13, se identificó que la tendencia a nivel internacional de las carreras es tener 4 años de estudios, sin embargo, en Colombia la Universidad de Antioquia tiene 5 años dentro de su malla curricular.

#### **3.2.3.2. Tecnología**

En cuanto a los recursos humanos, se determina que la Escuela ya tiene una estructura determinada para sus Decanaturas, y esta también depende del tamaño del programa.

#### **3.2.3.3. Tamaño**

##### **Cantidad de profesores**

Se concluye que en promedio, las universidades internacionales de la Tabla 46, tienen una relación de estudiantes por profesor de 9 a 1 (9:1). Por el contrario, un estudio publicado por el Observatorio de la Universidad Colombiana, expuso que la educación superior a nivel nacional tenía una relación de 28:1 (Observatorio de la Universidad Colombiana, n.d.).

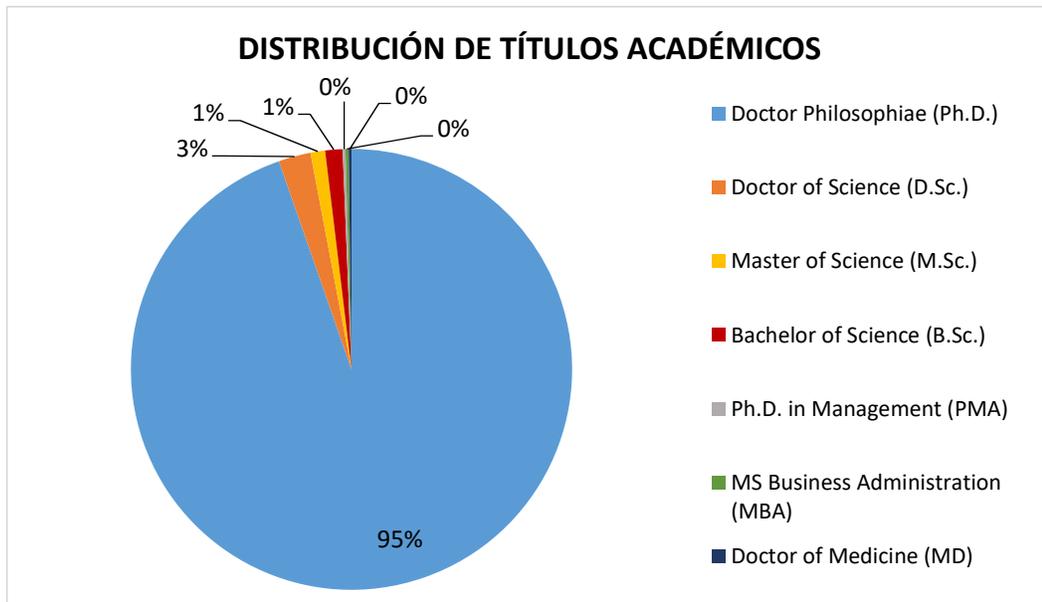
La Escuela, por su parte, cuenta con una relación 10:1<sup>24</sup>.

En la Gráfica 17 se ha consolidado la distribución de los títulos académicos de los profesores de las universidades analizadas en la Gráfica 15. Se evidencia que a nivel internacional el 95% de los profesores cuentan con título de doctorado, que en su totalidad corresponde a programas de ciencia, ingeniería y tecnología.

---

<sup>24</sup> Cálculo realizado a partir de la información publicada en el informe La Escuela Hoy, donde para diciembre de 2016 la población estudiantil era de 5.435 estudiantes de pregrado y se contaba con un talento humano de 542 profesores (396 de cátedra y 146 de planta). (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017)

**Gráfica 17. Distribución de los títulos académicos de los profesores**



Fuente: elaboración propia

De igual manera se determina que la Escuela tiene su propia distribución de títulos académicos dentro de su cuerpo de profesores que se determina en la Ilustración 9.

**Ilustración 9. Distribución de títulos académicos en la Escuela**



Fuente: tomado de La Escuela Hoy

### 3.2.3.4. Requerimiento de obras físicas

#### Cantidad y disponibilidad de recursos físicos (salones y laboratorios)

De las 30 universidades analizadas se revisó la frecuencia de aparición de los laboratorios de las mismas, con el ánimo de conocer cuáles son los más relevantes dentro del programa de Ingeniería Aeroespacial. Dadas las diferentes denominaciones que utiliza

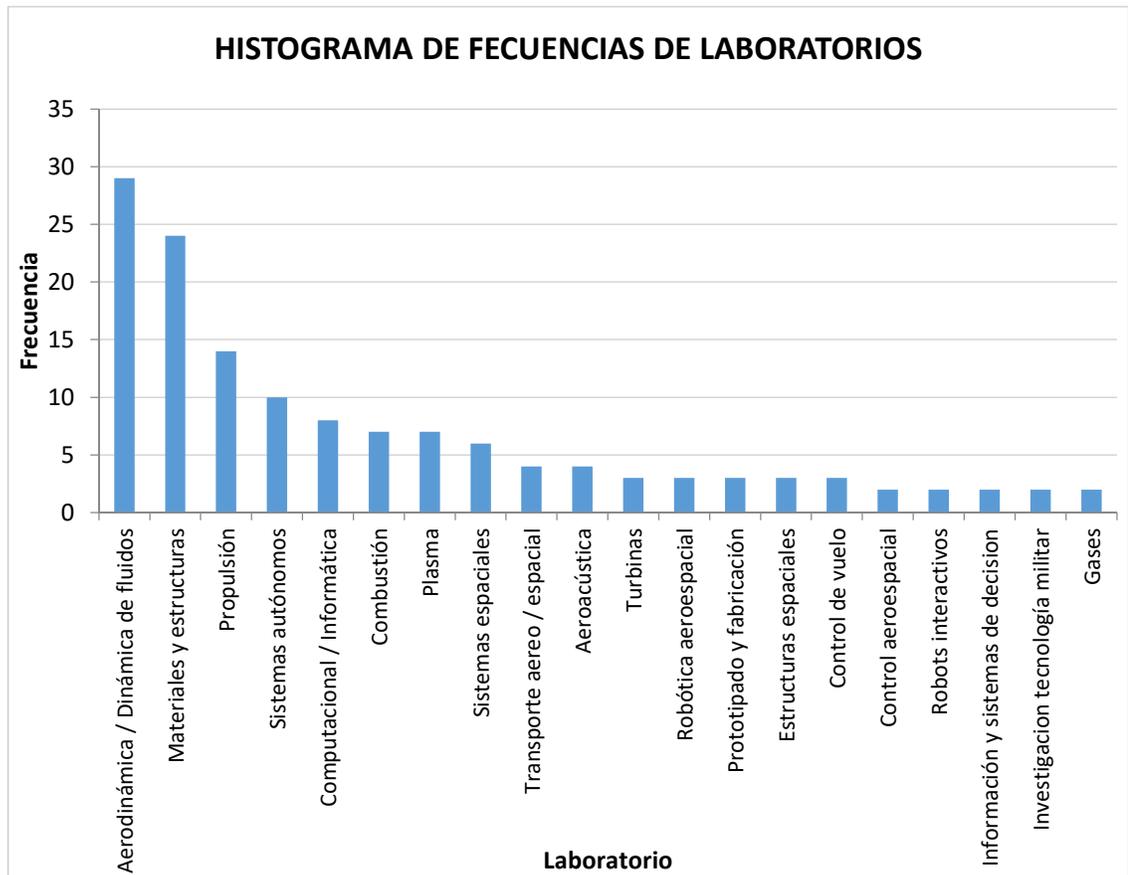
cada universidad, se definieron categorías globales de los laboratorios para realizar el conteo. La Tabla 51 muestra los grupos de laboratorios usados y la frecuencia de aparición de los mismos, y con la cual se elaboró el histograma de la Gráfica 18.

**Tabla 51. Laboratorios con mayores frecuencias**

<b>GRUPOS DE LABORATORIO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Aerodinámica / Dinámica de fluidos	29
Materiales y estructuras	24
Propulsión	14
Sistemas autónomos	10
Computacional / Informática	8
Combustión	7
Plasma	7
Sistemas espaciales	6
Transporte aéreo / espacial	4
Aero acústica	4
Turbinas	3
Robótica aeroespacial	3
Prototipado y fabricación	3
Estructuras espaciales	3
Control de vuelo	3
Control aeroespacial	2
Robots interactivos	2
Información y sistemas de decisión	2
Investigación tecnología militar	2
Gases	2

Fuente: elaboración propia

**Gráfica 18. Histograma de laboratorios en universidades internacionales seleccionadas**



Fuente: elaboración propia

Se evidencia que los laboratorios con mayor frecuencia son los que están más relacionados con los temas principales del programa de Ingeniería Aeroespacial, a saber: aerodinámica/dinámica de fluidos, materiales y estructuras, propulsión y sistemas autónomos.

### 3.2.3.5. Localización

- **Macro localización**

Según la información recopilada y analizada, se concluye que no existen mayores diferencias entre las localizaciones a escala mayor de los programas de Ingeniería Aeroespacial de otras universidades y de la Escuela.

- **Micro localización**

De lo observado en la estructura orgánica de programas académicos de otras universidades y de la Escuela, se evidencia que existe una estructura común en donde cada programa académico de pregrado hace parte de un Departamento o Decanatura que realiza labores administrativas.

### 3.2.4. Recomendaciones

A continuación se presentan y documentan las recomendaciones del estudio técnico en ingeniería y tecnología, tamaño, requerimiento de obras físicas y localización.

#### 3.2.4.1. Ingeniería

Con base en la información encontrada y analizada se formuló el Plan de Estudios de la Ilustración 10 e Ilustración 11, el cual es la recomendación por parte de los autores para el plan de estudios del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela, adicional a esto, fue evaluada y revisada por expertos en el área como la Coronel (R) Daissy Haidee Garces Najar<sup>25</sup>, y Jaime Orduy Rodriguez<sup>26</sup>. La recomendación está sustentada en la idea de utilizar el ciclo de fundamentación y ciclo básico de materias de la Escuela e incluir las materias técnicas de la Ingeniería Aeroespacial.

El plan de estudios propuesto contempla un total de 188 créditos distribuidos en 10 semestres como duración del programa y un semestre adicional de ciclo de fundamentación al inicio del programa. La línea punteada de la Ilustración 10 representa el pre requisito necesario para poder ver la materia. Las materias que se encuentran dentro de la línea naranjada, son las materias del ciclo básico que actualmente la Escuela tiene en todos sus programa académicos.

Adicional, los autores recomiendan que las líneas de profundización del programa estén alineadas con un enfoque internacional que promueva el desarrollo económico, social, científico y técnico en el país. Teniendo en cuenta esto y las recomendaciones del Dr. Mario Pérez, se recomiendan las siguientes líneas de profundización y el detalle de materias propuesto en la Ilustración 12:

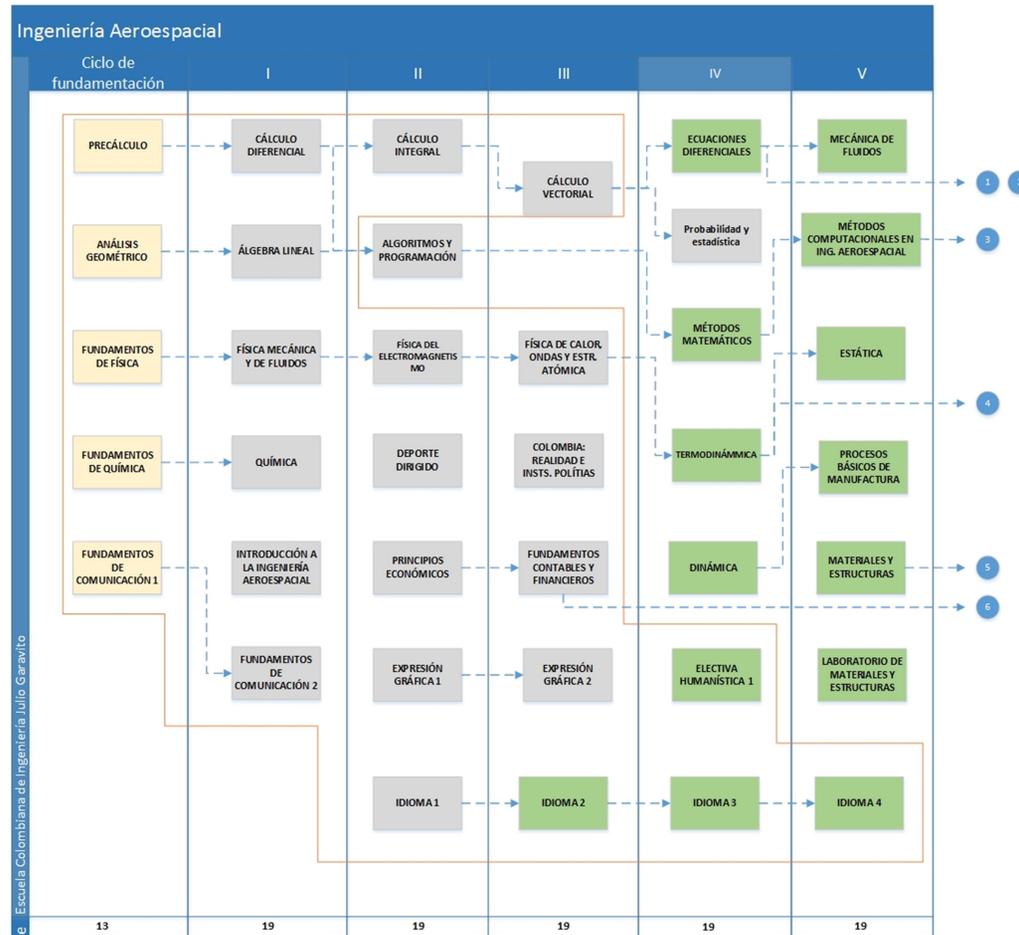
1. Vuelo atmosférico
2. Aviación aplicada
3. Vuelo espacial (sistemas satelitales)

---

<sup>25</sup> Doctora de la Universidad de los Andes en Ingeniería

<sup>26</sup> *Magister* en ingeniería aeroespacial del Instituto Nacional de Búsqueda Espacial en Brasil

## Ilustración 10. Plan de estudios recomendado parte 1



\*Las asignaturas del ciclo de fundamentación no deberán ser cursadas por los estudiantes que obtengan nivel alto en las áreas de conocimiento en Examen de Estado.

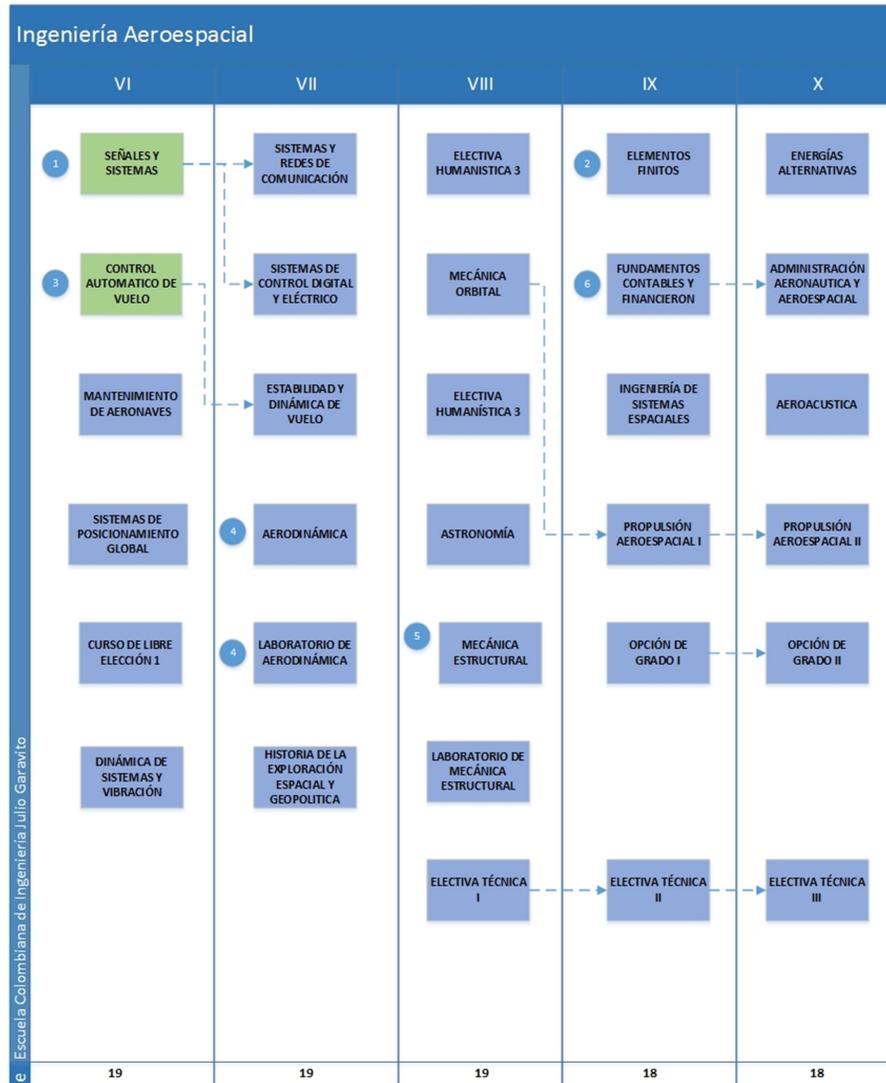
\*Dependiendo de la clasificación del estudiante en el examen de inglés, el estudiante comenzará en el nivel correspondiente (Idioma 1 a Idioma 4). No obstante, los estudiantes que queden eximidos en uno o más niveles de inglés, deberán completar las 4 asignaturas de idiomas, inscribiendo una tercera lengua, de acuerdo con la oferta de cursos vigente en el Departamento de Humanidades e Idiomas.

\*Las asignaturas de Nivel 3 sólo podrán inscribirse una vez se encuentren aprobadas todas las asignaturas del Nivel 1.

\* Los números en el círculo azul significa la co-relación de los pre-requisitos entre las materias de la parte 1 y parte 2.

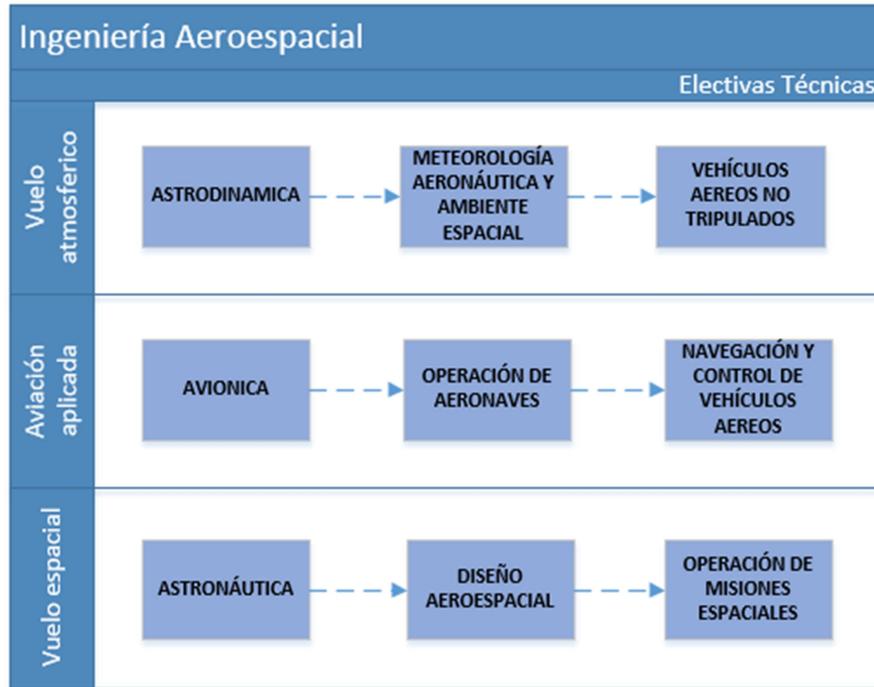
Fuente: elaboración propia

Ilustración 11. Plan de estudios recomendado parte 2



Fuente: elaboración propia

**Ilustración 12. Líneas de profundización propuestas**



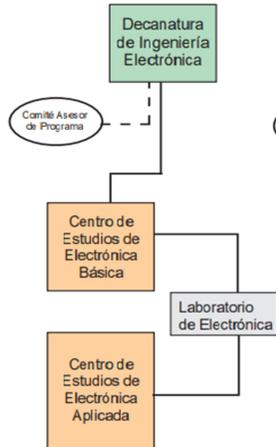
Fuente: elaboración propia

Se debe tener en cuenta la renovación curricular que está realizando la Escuela, la cual dio inicio al momento de finalizar el presente estudio. Esta renovación curricular modifica tanto el ciclo básico de las carreras de ingeniería, como la duración de los programas, siendo algunos de 8 o 9 semestres

### 3.2.4.2. Tecnología

Se recomienda continuar con los parámetros establecidos por la Escuela como tener Decanaturas independientes y proveer de una estructura estándar a cada una en temas de roles de trabajo como lo describe en ejemplo la Ilustración 13.

**Ilustración 13. Estructura Decanatura Ingeniería Electrónica**



Fuente: tomada de La Escuela Hoy

### **3.2.4.3. Tamaño**

Dado que la demanda por el programa es creciente y como ya se mostró en el numeral 3.1.4.2, para el primer año se recomienda que se pueda atender 50 estudiantes en sus primeros semestres. Se debe tener en cuenta el crecimiento año por año del programa, y que el mismo irá aumentando de tamaño por ir teniendo estudiantes en todos los semestres luego del quinto año, momento en el cual se tendrán 400 estudiantes, y en 5 años más, aproximadamente 580.

En cuanto a la cantidad de profesores, se recomienda mantener como valor máximo la relación existente en la Escuela de 10:1.

Para calcular el número de profesores se tomó el número de créditos totales que tiene el programa (188), puesto que a partir del 5to año se deberán dictar todas las asignaturas del programa todos los semestres. Puesto que cada crédito es una hora semanal presencial de clase, mensualmente hay 752 horas dictadas de clase por los profesores. Se debe tener también en cuenta que por cada 3 horas de clase los profesores dedican 2 horas de preparación de clase y una (1) hora de calificación, por lo que el trabajo total mensual de los profesores es de 1504 horas.

Asumiendo meses de 185 horas laborales, y que los profesores pueden dictar cualquier tipo de asignatura, independientemente de la especialidad de la misma, y no dedican tiempo a actividades administrativas ni de investigación, se requieren 8 profesores para atender las asignaturas del programa.

Para poder determinar con mayor precisión si los profesores que actualmente la Escuela tiene cumplen con cubrir la demanda que este programa, se recomienda continuar con esto en el estudio de factibilidad con datos más puntuales que la Escuela tenga en su trayectoria académica.

Claramente es primordial en los programas internacionales que los profesores cuenten con estudios a nivel de Doctorado, por lo que esta sería la principal recomendación que se hace para la creación del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela. Sin embargo, teniendo en cuenta que la Escuela cuenta con pocos profesores con este nivel de estudios y que su contratación es bastante costosa, los autores recomiendan que el programa de Ingeniería Aeroespacial cuente con la mayor cantidad posible de profesores con estudios de Maestría.

#### **3.2.4.4. Requerimiento de obras físicas**

Teniendo en cuenta el resultado de la Tabla 51 y la Gráfica 18 se consultó a la Coronel de la Fuerza Aérea Colombiana Daissy Garcés, se identificaron en primera instancia los siguientes laboratorios con los que debería contar la Escuela para atender el programa de Ingeniería Aeroespacial:

- Taller de ingeniería
- Laboratorio de resistencia de materiales
- Laboratorio de propulsión térmica
- Laboratorio de análisis y diseño asistido por computador
- Laboratorio de procesos de manufactura
- Laboratorio de transferencia de calor
- Laboratorio de mecánica de vuelo
- Laboratorio caracterización de materiales
- Laboratorio de estructuras aeroespaciales
- Laboratorio de aerodinámica/túnel de viento

Sin embargo, la Escuela cuenta ya con estos laboratorios o en su defecto con unos similares que pueden cumplir las mismas funciones. Esta recomendación fue reiterada por los expertos de la Fundación Universitaria Los Libertadores (Ingenieros Francisco Gonzalez y Jaime Orduy), quienes además recomendaron los laboratorios que debe tener el programa y no existen actualmente en la Escuela, por lo que deberían construirse, a saber:

- Laboratorio de aerodinámica supersónica
- Control automático de vuelo
- Propulsión con motor turbohélice y turbofan
- Estructuras aeronáuticas
- Aviónica
- Sistemas de navegación
- Sistemas generales del avión
- Banco de pruebas
- Laboratorio virtual STK

Los laboratorios ya existentes en la Escuela y que pueden utilizarse en el programa de Ingeniería Aeroespacial son los siguientes:

- Laboratorio de control y automatización industrial
- Laboratorio de telecomunicaciones
- Laboratorio de señales y sistemas
- Laboratorio de electrónica digital
- Laboratorio de electrónica análoga
- Procesos industriales
- Metrología
- Laboratorio de combustión
- Laboratorio de vapor
- Laboratorio de prototipado
- Laboratorio de diseño mecánico
- Laboratorio de elementos finitos y simulación
- Laboratorio de ensamble
- Laboratorio de mecanismos
- Laboratorio de ensayos de elementos mecánicos
- Laboratorio de ensayos de materiales y metalografía
- Laboratorio de ingeniería de software
- Laboratorio de plataformas computacionales
- Laboratorio de química

En la Tabla 52 se indica la relación entre las asignaturas propuestas y los laboratorios que serán utilizados por dichas asignaturas.

**Tabla 52. Relación entre asignaturas y laboratorios propuestos**

Semestre	Asignatura	Laboratorio	Existente laboratorio en la Escuela
1	Química	Laboratorio de química	Sí
4	Termodinámica	Laboratorio de vapor	Sí
5	Procesos básicos de manufactura	Procesos industriales	Sí
		Laboratorio de prototipado	Sí
		Laboratorio de diseño mecánico	Sí
	Materiales y estructuras	Metrología	Sí
	Materiales y estructuras	Laboratorio de ensayos de elementos mecánicos	Sí
	Materiales y estructuras	Laboratorio de ensayos de materiales y metalografía	Sí
	Métodos computacionales en ing. aeroespacial	Laboratorio de plataformas computacionales	Sí
Laboratorio de plataformas computacionales		Sí	
6	Mantenimiento de aeronaves	Procesos industriales	Sí
		Laboratorio de prototipado	Sí

Semestre	Asignatura	Laboratorio	Existente laboratorio en la Escuela
		Laboratorio de diseño mecánico	Sí
		Estructuras aeronáuticas	No
		Banco de pruebas	No
		Sistemas generales del avión	No
	Control automático de vuelo	Control automático de vuelo	No
	Sistemas de posicionamiento global	Sistemas de navegación	No
7	Sistemas y redes de comunicación	Laboratorio de telecomunicaciones	Sí
	Sistemas de control digital y eléctrico	Laboratorio de señales y sistemas	Sí
		Laboratorio de electrónica digital	Sí
	Aerodinámica	Laboratorio de electrónica análoga	Sí
		Laboratorio de aerodinámica/túnel de viento	Sí
	Estabilidad y dinámica de vuelo	Laboratorio de aerodinámica supersónico	No
8	Mecánica estructural	Aviónica	No
		Metrología	Sí
		Laboratorio de ensamble	Sí
		Laboratorio de mecanismos	Sí
		Laboratorio de ensayos de elementos mecánicos	Sí
	Laboratorio de ensayos de materiales y metalografía	Sí	
Mecánica orbital	Laboratorio virtual STK	No	
9	Propulsión aeroespacial 1	Laboratorio de combustión	Sí
		Laboratorio de química	Sí
	Ingeniería de sistemas espaciales	Laboratorio de mecanismos	Sí
	Elementos finitos	Laboratorio de elementos finitos y simulación	Sí
		Laboratorio de ingeniería de software	Sí
		Laboratorio de ingeniería de software	Sí
10	Propulsión aeroespacial 2	Propulsión con motor turbohélice y turbofan	No
	Operación de misiones espaciales	Laboratorio virtual STK	No

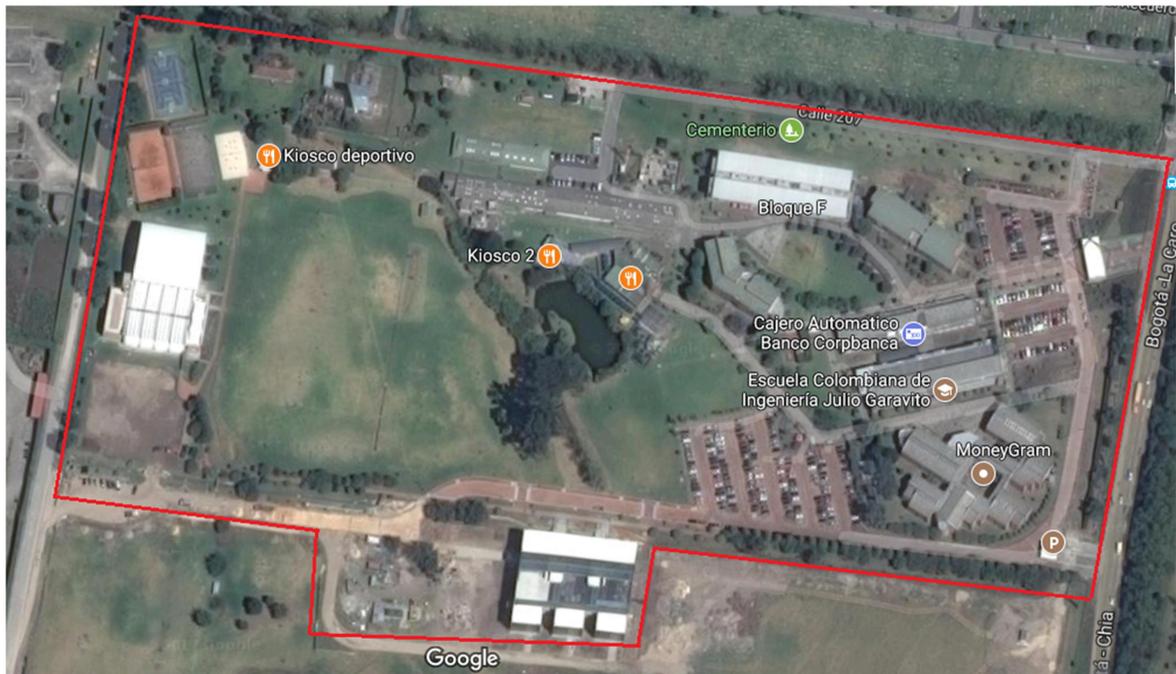
Semestre	Asignatura	Laboratorio	Existente laboratorio en la Escuela
	Vehículos aéreos no tripulados	Laboratorio virtual STK	No
	Navegación y control de vehículos aéreos	Laboratorio virtual STK	No

### 3.2.4.5. Localización

- **Macro localización**

Se recomienda desarrollar el programa de Ingeniería Aeroespacial en la única sede de la Escuela.

Ilustración 14. Imagen satelital del campus de la Escuela



Fuente: Google Maps

### 3.2.4.6. Recomendaciones generales

Se recomienda contratar un tercero por medio de una licitación, para que realice la construcción de un nuevo edificio donde se incluyan los nuevos laboratorios y se designe un espacio para la Decanatura del programa.

También se recomienda continuar con un estudio de factibilidad que demuestre la viabilidad de la creación del programa en temas de ubicación, construcción de

laboratorios, dotación, formulación de una malla curricular y que evalúe la disponibilidad de espacios.

### 3.2.5. Costos y beneficios

A continuación se identifican los costos y beneficios asociados al estudio técnico para un horizonte de planeación de diez (10) años.

- **Ingresos:**

En este estudio no se presentan ingresos.

- **Inversiones:**

En la Tabla 53 se presentan las inversiones asociadas al estudio técnico.

**Tabla 53. Inversiones del estudio técnico**

CONCEPTO
Construcción y dotación de laboratorios
Adquisición de recursos bibliográficos
Adquisición de recursos bibliográficos durante el horizonte del proyecto
Adquisición de software especializado y licencias
Dotación oficina del programa

Fuente: elaboración propia teniendo en cuenta (Artunduaga et al., 2008) y estimación del IPC

- **Costos:**

En este estudio no se presentan costos.

- **Gastos:**

A continuación se presentan, en la Tabla 54, los gastos asociados al estudio técnico.

**Tabla 54. Gastos del estudio técnico**

CONCEPTO
Registro ante el Ministerio de Educación Nacional
Suscripción a revistas especializadas
Suscripción a revistas especializadas durante el horizonte del proyecto
Mantenimiento de laboratorios durante el horizonte del proyecto
Ceremonia de graduación
Papelería

Fuente: elaboración propia

### 3.3. ESTUDIO AMBIENTAL

El presente estudio tiene como objetivo principal identificar y evaluar los impactos ambientales producto de la operación del producto del proyecto, para posteriormente, recomendar estrategias que eviten o reduzcan el efecto negativo de los impactos y otras que potencialicen el efecto de los impactos positivos del proyecto.

#### 3.3.1. Hallazgos

El decreto 1076 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece en el Capítulo 3. Licencias Ambientales, Sección 1. Disposiciones Generales, Artículo 2.2.2.3.1.3. Concepto y alcance de la licencia ambiental, que:

*“La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.*

*La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad. El uso aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, deberán ser claramente identificados en el respectivo estudio de impacto ambiental.*

*La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, n.d.).

Por otra parte, la Escuela cuenta con una Política de Gestión Ambiental aprobada por la rectora, la Dra. Miryam Astrid Angarita Gómez, que se presenta en la Ilustración 15:

#### Ilustración 15. Política de Gestión Ambiental de la Escuela

**POLÍTICA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, comprometida con la preservación y conservación del medioambiente y el cumplimiento de la normativa legal, dispondrá los recursos y procedimientos necesarios para prevenir, minimizar y controlar el impacto ambiental generado en el desarrollo de sus actividades institucionales.

\*Entiéndase por comunidad: profesores, personal administrativo, estudiantes, contratistas y visitantes.

**MYRIAM ASTRID ANGARITA GÓMEZ**  
Rectora  
Febrero 28 de 2017

Fuente: tomado de (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, n.d.)

Teniendo en cuenta la naturaleza del programa de Ingeniería Aeroespacial, es importante mencionar que la Aeronáutica Civil es el organismo estatal colombiano competente para determinar la política ambiental aplicable a todas las actividades que involucren el uso del espacio aéreo. La principal función de este organismo es *“vigilar y controlar el espacio aéreo colombiano y establecer políticas que permitan garantizar el correcto funcionamiento de la aviación civil bajo principios de seguridad, oportunidad y eficiencia”* (“Aeronáutica Civil,” 2016). Bajo esta premisa, la Aeronáutica Civil establece los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia - RAC, en especial el RAC 11, que determina las normas ambientales para la aviación.

#### 3.3.1.1. Identificación de actividades de las etapas de ejecución y operación del producto del Proyecto

Para el presente estudio ambiental se tendrán en cuenta los elementos del sistema biofísico que se muestran en la Tabla 55:

Tabla 55. Sistema biofísico analizado

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS	COMPONENTE
Abiótico	Físicas	Atmosférico
		Terrestre
		Hídrico
Biótico	Biológicas y ecológicas	Paisaje
Antrópico	Ambientales y socioeconómicas	Interrelación social

Fuente: elaboración propia

A continuación en la Tabla 56 se presenta la identificación de actividades durante la ejecución y operación del producto del proyecto.

**Tabla 56. Identificación de actividades en las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto**

<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>EJECUCIÓN</b>	Estudios de pre factibilidad y factibilidad
	Construcción del Anteproyecto
	Construcción del Proyecto de Formación
	Elaboración del Documento Maestro
	Construcción de laboratorios
	Adecuación de la oficina del programa
	Adquisición de recursos bibliográficos
	Contratación personal docente
	Mercadeo del producto
<b>OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO</b>	Legalización de matrículas de estudiantes
	Actividades académicas de los estudiantes y profesores
	Operación de laboratorios
	Actividades de investigación
	Desarrollo de alianzas con otras instituciones

Fuente: elaboración propia

La etapa de construcción de los laboratorios, contempla de manera general, el siguiente proceso:

**Tabla 57. Identificación de actividades en un proceso típico de construcción**

<b>PROCESO TÍPICO DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>PRE CONSTRUCCIÓN</b>	Estudios ambientales
	Adecuación del terreno
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Obras de excavación
	Obras de cimentación
	Construcción y montaje de estructuras
	Instalación de acabados
	Obras exteriores

Fuente: elaboración propia

Durante la etapa de pre construcción, deben desarrollarse los estudios ambientales para determinar el estado actual del entorno, determinar acciones y tomar decisiones sobre el proyecto constructivo. Estos estudios ambientales deben presentarse a la autoridad ambiental competente para obtener la licencia de construcción.

De manera general y de acuerdo con la información suministrada por el biólogo Carlos Alfonso Díaz, los estudios ambientales comprenden los siguientes análisis:

- **Sistema abiótico**

Componente hídrico

Contempla la realización de un análisis para determinar la necesidad de adquirir permisos relacionados con los cuerpos de agua (ej. Permiso de ocupación de cauce y permiso de vertimientos). En vista de que el edificio de laboratorios de Ingeniería Aeroespacial se construirá en predios propiedad de la Escuela, no se requieren los mencionados permisos puesto que el agua de consumo será tomada del acueducto y el agua de desecho será vertida al sistema de alcantarillado.

Componente atmosférico

Contempla la realización de un monitoreo de calidad de aire con dos (2) puntos de control para determinar la línea base de calidad del aire. En cuanto al ruido, se requiere llevar a cabo un monitoreo de ruido.

Componente terrestre

Contempla la realización de apiques, toma de muestras y análisis de laboratorio para determinar la estabilidad del terreno sobre el cual se desea construir.

- **Sistema biótico**

Contempla la realización de un inventario de flora y fauna para identificar las especies que podrían resultar afectadas con la construcción. En el caso puntual de la construcción del edificio de laboratorios de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela, según información suministrada el biólogo Carlos Alfonso Díaz, no se requiere llevar a cabo este inventario.

- **Sistema antrópico**

Componente socioeconómico

Contempla la realización de reuniones con la comunidad para informarle sobre la construcción. Debido a que el edificio de laboratorios de Ingeniería Aeroespacial se construirá en predios de la Escuela, las implicaciones sociales se asumen directamente.

**3.3.1.2. Identificación, calificación y cuantificación de impactos de las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto.**

Teniendo en cuenta el proceso típico de una construcción presentado en la Tabla 57, se identifican los aspectos e impactos ambientales relacionados en la Tabla 58.

**Tabla 58. Identificación de aspectos e impactos ambientales en un proceso típico de construcción**

PROCESO TÍPICO DE CONSTRUCCIÓN			
ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO
PRE CONSTRUCCIÓN	Estudios ambientales	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
	Adecuación del	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo

<b>PROCESO TÍPICO DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ASPECTO</b>	<b>IMPACTO</b>
	terreno	Pérdida de capa orgánica	Pérdida de cobertura vegetal
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Obras de excavación	Pérdida de capa orgánica	Pérdida de cobertura vegetal
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales
	Obras de cimentación	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales
	Construcción y montaje de estructuras	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
		Visibilidad	Alteración paisajística
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales
	Instalación de acabados	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua
Generación de oportunidades laborales		Aumento de las oportunidades laborales	
Obras exteriores	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire	

PROCESO TÍPICO DE CONSTRUCCIÓN			
ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales

Fuente: elaboración propia

A partir de las actividades establecidas durante la ejecución y operación del producto del proyecto y los componentes del sistema biofísico, se identificaron los aspectos e impactos ambientales relacionados en la Tabla 59.

**Tabla 59. Identificación de aspectos e impactos ambientales en las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto**

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO
EJECUCIÓN	Elaboración de estudios de pre factibilidad y factibilidad	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Generación de conocimiento	Aumento del conocimiento técnico
	Elaboración del Documento de Anteproyecto	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
	Construcción del Proyecto de Formación	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
	Elaboración del Documento Maestro	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
	Construcción de laboratorios <sup>27</sup>	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Pérdida de capa orgánica	Pérdida de cobertura vegetal
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
Generación de ruido y vibraciones		Contaminación al recurso aire	
Generación de vertimientos		Contaminación del recurso agua	
Visibilidad	Alteración paisajística		

<sup>27</sup> Aspectos e impactos ambientales identificados en la Tabla 58.

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales	
	Adecuación de la oficina del programa	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire	
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo	
		Generación de condiciones ergonómicas	Reducción de enfermedades laborales	
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales	
	Adquisición de recursos bibliográficos	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	
		Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	
	Contratación personal docente y administrativo	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	
		Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales	
	OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO	Mercadeo del producto	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
			Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
Legalización de matrículas de estudiantes		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	
Actividades académicas de los estudiantes y profesores		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	
		Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales	
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	
		Generación de conocimiento	Aumento de oportunidades profesionales	
		Generación de actividad económica	Aumento de bienestar económico en la zona	
		Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	
Operación de laboratorios		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	
		Generación de gases producto de ejercicios de propulsión y combustión	Contaminación al recurso aire	
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	
	Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo		

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO
		Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
	Actividades de investigación	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
		Generación de conocimiento	Aumento del conocimiento técnico
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
	Desarrollo de alianzas con otras instituciones	Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo

Fuente: elaboración propia

- **Metodología de evaluación de impactos ambientales**

Una vez identificados los impactos ambientales, se realizó la evaluación cualitativa y cuantitativa de estos utilizando la siguiente metodología propuesta.

- **Evaluación cualitativa:** tipifica como positivo, equiparable o negativo el impacto ambiental de una actividad, teniendo en cuenta que:
  - El impacto positivo mejora las condiciones medioambientales y se representa en color **verde**.
  - El impacto negativo empeora las condiciones medioambientales y se representa en color **rojo**.
- **Evaluación cuantitativa:** califica numéricamente el impacto ambiental de una actividad, teniendo en cuenta que:
  - Al impacto positivo se le asigna una valoración de 1 punto.
  - Al impacto equiparable se le asigna una valoración de 2 puntos.

La escala a emplear en la evaluación se resume en la Tabla 60.

**Tabla 60. Metodología de evaluación de impactos**

IMPACTO	IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
Positivo		1
Negativo		2

Fuente: elaboración propia

### 3.3.2. Alternativas analizadas

No aplica.

### 3.3.3. Conclusiones

De acuerdo con el Artículo 2.2.2.3.2.2. Proyectos, obras y actividades sujetos a licencia ambiental competencia de la ANLA y al Artículo 2.2.2.3.2.3. Proyectos, obras y

actividades sujetos a licencia ambiental competencia de las CAR, el proyecto objeto de este estudio no requiere licencia ambiental.

Con base en los hallazgos obtenidos se presentan las siguientes conclusiones sobre la identificación, calificación y cuantificación de impactos de las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto.

#### **3.3.3.1. Identificación, calificación y cuantificación de impactos de las etapas de ejecución y operación del producto del proyecto**

Aplicando la metodología de evaluación descrita en los hallazgos, a cada una de las actividades identificadas, se obtiene la Tabla 61.

Tabla 61. Evaluación de impactos ambientales

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	EVALUACIÓN CUALITATIVA	EVALUACIÓN CUANTITATIVA
<b>EJECUCIÓN</b>	Elaboración de estudios de pre factibilidad y factibilidad	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Generación de conocimiento	Aumento del conocimiento técnico	Positivo	1
	Elaboración del Documento de Anteproyecto	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
	Construcción del Proyecto de Formación	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
	Elaboración del Documento Maestro	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
	Construcción de laboratorios	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Pérdida de capa orgánica	Pérdida de cobertura vegetal	Negativo	2
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire	Negativo	2
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire	Negativo	2
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	Negativo	2
		Visibilidad	Alteración paisajística	Negativo	2
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales	Positivo	1
	Adecuación de la oficina del programa	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
Generación de ruido y vibraciones		Contaminación al recurso aire	Negativo	2	

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	EVALUACIÓN CUALITATIVA	EVALUACIÓN CUANTITATIVA
		Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Generación de condiciones ergonómicas	Reducción de enfermedades laborales	Positivo	1
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales	Positivo	1
	Adquisición de recursos bibliográficos	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	Positivo	1
	Contratación personal docente y administrativo	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	Positivo	1
		Generación de oportunidades laborales	Aumento de las oportunidades laborales	Positivo	1
	OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO	Mercadeo del producto	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo
Consumo de energía eléctrica			Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
Legalización de matrículas de estudiantes		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
Actividades académicas de los estudiantes y profesores		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	Negativo	2
		Generación de conocimiento	Aumento de oportunidades profesionales	Positivo	1
		Generación de actividad económica	Aumento de bienestar económico en la zona	Positivo	1
		Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	Positivo	1
Operación de		Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	EVALUACIÓN CUALITATIVA	EVALUACIÓN CUANTITATIVA
	laboratorios	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
		Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	Negativo	2
		Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
	Actividades de investigación	Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	Negativo	2
		Generación de conocimiento	Aumento del conocimiento técnico	Positivo	1
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo	2
Desarrollo de alianzas con otras instituciones	Bienestar educativo	Aumento de la calidad del proceso educativo	Positivo	1	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la evaluación cualitativa y cuantitativa, los impactos ambientales negativos más relevantes para la ejecución y la operación del producto del proyecto, con su respectivo aspecto ambiental, son presentados en la Tabla 62 y en la Tabla 63:

**Tabla 62. Impactos ambientales negativos relevantes para ejecución del proyecto**

<b>IMPACTOS NEGATIVOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>	
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>
Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
Pérdida de capa orgánica	Pérdida de cobertura vegetal
Generación de escombros	Contaminación del recurso suelo
Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire
Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire
Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua
Visibilidad	Alteración paisajística

Fuente: elaboración propia

La Tabla 62 muestra los impactos negativos asociados a la etapa de ejecución del proyecto, principalmente los relacionados con la actividad de construcción de laboratorios. De esta forma, la empresa contratista a la cual se adjudique el proyecto de construcción, deberá realizar los mencionados estudios ambientales para determinar la línea base y formular un plan de manejo ambiental que establezca las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los impactos ambientales negativos mencionados en la Tabla 62. De acuerdo con las buenas prácticas de la ingeniería, los costos asociados al plan de manejo ambiental deben estar incluidos en el costo total de la construcción.

**Tabla 63. Impactos ambientales negativos relevantes para la operación del producto del proyecto**

<b>IMPACTOS NEGATIVOS EN LA OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO</b>	
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>
Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo
Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales
Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales
Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua
Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo

Fuente: elaboración propia

La Tabla 63 muestra los impactos negativos asociados a la etapa de operación del producto del proyecto.

Teniendo en cuenta que la Escuela ofrece actualmente veintiséis (26) programas académicos, de los cuales once (11) son programas de pregrado, nueve son programas (9) de Especialización y seis son (6) programas de Maestría, y que contaba con una

población estudiantil de 6.152 estudiantes a diciembre de 2016 (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017), se concluye que los impactos ambientales negativos descritos en la Tabla 63 no generan cambios medioambientales mayores y diferentes a los ya ocasionados en el entorno por la operación normal de la institución.

Por tal razón, la operación del producto del proyecto no genera impactos negativos importantes para el medio ambiente y no considera la realización de un Plan de Manejo Ambiental.

En cuanto a los impactos ambientales positivos, que se relacionan con el sistema antrópico, la evaluación cualitativa y cuantitativa concluye que los más relevantes son:

**Tabla 64. Impactos ambientales positivos relevantes**

<b>IMPACTOS POSITIVOS EN LA EJECUCIÓN Y OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO</b>	
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>
Aumento del conocimiento técnico	Generación de conocimiento
Aumento de las oportunidades laborales	Generación de oportunidades laborales
Reducción de enfermedades laborales	Generación de condiciones ergonómicas
Aumento de la calidad del proceso educativo	Bienestar educativo
Aumento de oportunidades profesionales	Generación de conocimiento
Aumento de bienestar económico en la zona	Generación de actividad económica

Fuente: elaboración propia

### **3.3.4. Recomendaciones**

A continuación se presentan las recomendaciones a tener en cuenta para el manejo de los impactos ambientales identificados en las etapas de ejecución y de operación del producto del proyecto.

#### **Ejecución del proyecto:**

- Se recomienda continuar con el estudio de factibilidad para determinar, a partir de información primaria, los impactos positivos y negativos del proyecto sobre en medio ambiente.
- Se recomienda continuar con la iniciativa de creación del programa de Ingeniería Aeroespacial para promover espacios de fortalecimiento de los impactos positivos del proyecto y otros que beneficien la Escuela y el entorno.
- Teniendo en cuenta que el proyecto corresponde a un proceso de creación de un nuevo programa de pregrado en la Escuela, su naturaleza de integración no implica ni demanda la implementación de un Plan de Gestión Ambiental propio, sin embargo, el programa de Ingeniería Aeroespacial deberá integrarse al actual PGA de la institución. No obstante, se evidenció a través de la elaboración del estudio ambiental que la Escuela no cuenta con este mecanismo de gestión ambiental, aun cuando los beneficios de implementar un PGA están ampliamente identificados en la literatura. El

primer acercamiento a un PGA es la Política de Gestión Ambiental que se presentó en la Ilustración 15.

Con base en esto, se considera conveniente y se recomienda la implementación de un PGA en la Escuela con el fin de proporcionar un marco de protección medioambiental que prevenga la contaminación, promueva un cumplimiento normativo total y documente los compromisos ambientales, el cual ayude a responder a los cambios en las condiciones del entorno causados por la razón de ser de la institución, buscando siempre el equilibrio socioeconómico.

- Se recomienda implementar las medidas de manejo ambiental de la Tabla 65 para los impactos ambientales identificados en la etapa de ejecución del proyecto:

**Tabla 65. Medidas de manejo ambiental para la ejecución del proyecto**

<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>		
<b>ASPECTO</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL</b>
Consumo de energía eléctrica y agua	Agotamiento de los recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar sistemas de ahorro energético como bombillos ahorradores en las instalaciones de la Escuela.</li> <li>• Instalar sistemas de ahorro de agua en los sanitarios y lavamanos.</li> </ul>
Generación de residuos y escombros	Contaminación del recurso suelo	<p><u>Residuos no peligrosos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar puntos de separación de residuos.</li> <li>• Incentivar el uso de los puntos de separación de residuos mediante campañas de sensibilización.</li> </ul> <p><u>Residuos peligrosos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el acopio en sitio que cumplan con la normatividad correspondiente.</li> <li>• Realizar la disposición de los residuos peligrosos con empresas especializadas que certifiquen el volumen y tipo de disposición final.</li> </ul> <p><u>Residuos de construcción y demolición RCD<sup>28</sup>:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer adecuadamente los RCD para prevenir que se desplieguen, contaminen y desperdicien.</li> <li>• Reutilizar los RCD, como tierra negra, en nivelación de zonas deportivas y relleno compactado en el perímetro del proyecto.</li> <li>• Disponer los RCD que no se puedan reutilizar, en escombreras certificadas.</li> </ul>

---

<sup>28</sup> Tomado de (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2015)

<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>		
<b>ASPECTO</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL</b>
Pérdida de capa orgánica	Pérdida de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compensar la pérdida de vegetación, plantando en otros lugares las especies afectadas y reforestando áreas.</li> </ul>
Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar humectación continua de vías de tránsito de equipo liviano y pesado.</li> <li>• Cubrimiento de material para evitar la fumigación de partículas.</li> <li>• Solicitar certificaciones de emisiones atmosféricas de los vehículos utilizados en la obra.</li> </ul>
Generación de ruido y vibraciones	Contaminación al recurso aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mediciones del nivel de ruido de la obra y comparar los resultados con los índices permisibles garantizando que solo se trabaje en el día el número de horas exigidas en el mismo.</li> <li>• Planificar adecuadamente el cronograma de obra para mitigar al máximo la generación de ruido.</li> </ul>
Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar una planta de tratamiento primario (sedimentadores) y un sistema de recirculación de agua.</li> <li>• Si se utilizan baños portátiles, se debe garantizar su limpieza, el tratamiento y la adecuada disposición final de los residuos.</li> <li>• Identificar cuerpos de agua, canales y redes que puedan verse afectados por las obras para proteger los sumideros y aislar los cauces.</li> </ul>
Visibilidad	Alteración paisajística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la limpieza inmediata del sitio y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos.</li> <li>• Realizar un diseño paisajístico en el nuevo edificio de laboratorios que incluya zonas verdes.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con información de (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

### **Operación el producto del proyecto:**

- Se recomienda reducir la afectación de los impactos negativos ocasionados por el desarrollo de la razón social de la Escuela, a través de estrategias y campañas de reducción de consumo de agua, reducción de consumo de energía eléctrica, reúso y reciclaje, entre otras, y de la socialización de la Política de Gestión Ambiental con los nuevos estudiantes, docentes y administrativos.

Se recomienda implementar las siguientes medidas de manejo ambiental para los impactos ambientales identificados en la etapa de operación del producto del proyecto.

**Tabla 66. Medidas de manejo ambiental para la operación del producto del proyecto**

<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO</b>		
<b>ASPECTO</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL</b>
Generación de residuos	Contaminación del recurso suelo	<p><u>Residuos no peligrosos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar puntos de separación de residuos.</li> <li>• Realizar campañas educativas para que estudiantes, profesores y personal administrativo conozcan cómo separar los residuos adecuadamente.</li> <li>• Incentivar el uso de los puntos de separación de residuos mediante campañas de sensibilización.</li> <li>• Implementar un programa de reciclaje.</li> </ul> <p><u>Residuos peligrosos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el acopio en sitio que cumplan con la normatividad correspondiente.</li> <li>• Realizar la disposición de los residuos peligrosos con empresas especializadas que certifiquen el volumen y tipo de disposición final.</li> </ul>
Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar sistemas de ahorro energético como bombillos ahorradores en las instalaciones de la Escuela.</li> <li>• Incentivar el ahorro de energía a través de campañas educativas a estudiantes, profesores y personal administrativo.</li> </ul>
Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar sistemas de ahorro de agua en los sanitarios y lavamanos.</li> <li>• Incentivar el ahorro de agua a través de campañas educativas a estudiantes, profesores y personal administrativo.</li> <li>• Reutilizar aguas lluvias para riego, sanitarios y reserva contra incendios.</li> </ul>
Generación de vertimientos	Contaminación del recurso agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar una planta de tratamiento para realizar los vertimientos al sistema de alcantarillado cumpliendo los parámetros normativos.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad de los Andes, 2017)

### **3.3.5. Costos y beneficios**

Los beneficios, costos, gastos e inversiones generadas por la implementación de estrategias para disminuir los impactos están enfocados a la totalidad de la comunidad universitaria y el territorio, por lo cual no se relacionan con el proyecto “creación del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito”.

- **Ingresos:**

En este estudio no se presentan ingresos.

- **Inversiones:**

En este estudio no se presentan inversiones.

- **Costos:**

En este estudio no se presentan costos.

- **Gastos:**

A continuación se presentan, en la Tabla 67, los gastos asociados al estudio ambiental.

**Tabla 67. Gastos del estudio ambiental**

<b>CONCEPTO</b>
Monitoreo de calidad del aire
Apiques, toma de muestras y ensayos de laboratorio
Monitoreo de ruido
Elaboración estudios ambientales

Fuente: elaboración propia con información suministrada por el biólogo Carlos Alfonso Díaz

### **3.4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO**

El presente estudio busca establecer la estructura organizacional con la que deberá operar el programa de Ingeniería Aeroespacial, teniendo en cuenta que este se desarrolla en el contexto de la Escuela y deberá estar alineado con su Plan Estratégico.

#### **3.4.1. Hallazgos**

De acuerdo con las funciones académicas universitarias consignadas en el documento Lineamiento de Políticas Institucionales del 25 de agosto de 2008 que establecen que la Escuela “diversifica su actividad académica a partir de la ampliación de ofertas novedosas de pregrado...” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008), se integrará el programa de Ingeniería Aeroespacial a la oferta actual de pregrados.

De esta forma, el nuevo programa deberá cumplir con la filosofía institucional de la Escuela y demás reglamentaciones.

##### **3.4.1.1. Planeación**

La planeación comprende el plan estratégico de la organización, a continuación se presenta la filosofía institucional adoptada por el Claustro el 25 de agosto de 2008.

- **Misión y visión**

- **Misión**

La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito tiene como misión contribuir al desarrollo de la persona, del conocimiento y de la sociedad, mediante la formación integral y la construcción y desarrollo del conocimiento, con pertinencia y anticipación, en el contexto de la realidad colombiana.

- **Visión**

La Escuela Colombiana de Ingeniería asume como visión para el 2019 ser la primera opción y el mejor ejemplo como universidad de carácter tecnológico, reconocida nacional e internacionalmente por su alta calidad.

- **Objetivos estratégicos**

- Contribuir al progreso personal, social y del conocimiento, a través de: a) la formación integral de la persona, caracterizada por la alta preparación científica, tecnológica, técnica, ética, social y humanística; b) la construcción y desarrollo de conocimiento, especialmente científico y tecnológico; y c) la interacción dinámica, real y permanente con el entorno.
- Fortalecer la vivencia de los valores que a través de su historia se han hecho evidentes en todos los órdenes de la vida institucional y en sus egresados, en un ambiente propicio para el logro de su Misión.
- Fortalecer una cultura académica, enmarcada en la excelencia, la creatividad y la innovación.

- Contextualizar la actividad académica en las necesidades del entorno y en los propósitos y oportunidades nacionales de desarrollo.

- **Valores**

- El perfeccionamiento del ser humano.
- La búsqueda de la excelencia institucional.
- La autonomía con responsabilidad.
- La creatividad y la innovación orientadas especialmente al desarrollo del país.
- La vocación de servicio.
- La confianza mutua.
- La participación con compromiso y entusiasmo.
- Impulsa la vivencia de los valores en las personas y en los estamentos de la comunidad universitaria.

- **Plan de Desarrollo 2016-2025**

La siguiente información es tomada textualmente del Plan de Desarrollo 2016-2025 de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Sánchez Silva et al., 2016a).

El Plan de Desarrollo 2016-2025 señala las líneas de fortalecimiento y progreso de la Escuela con miras a lograr mayores niveles de adelanto científico y tecnológico, pertinencia social y excelencia institucional, en el marco de sus principios fundacionales, del Proyecto Educativo Institucional y de los Lineamientos de Políticas establecidos en el 2008 por el Claustro.

Este plan está compuesto por siete ejes estratégicos, siete objetivos generales, 34 objetivos específicos, 22 programas y 70 proyectos, todos ellos soportados en estrategias de acompañamiento y seguimiento que permitirán evaluar los resultados e impactos, y emprender las acciones correctivas con miras al cumplimiento de los objetivos planteados.

El principal eje y objetivo específico al que se hace referencia, dada su relación con el proyecto es:

Eje 1. Formación de la Excelencia

Objetivo general. Formar profesionales reconocidos por sus competencias científicas y técnicas y por su calidad humana, preparados para asumir con sensibilidad social el compromiso con su profesión y con el desarrollo armónico de su entorno.

Objetivo específico. Ofrecer programas de pregrado, posgrado y educación continuada de excelencia, diferenciadora, dinámica y atractivos, en las líneas de interés definidas por la institución para atender las necesidades del entorno.

### **3.4.1.2. Organización**

La Escuela “posee una estructura orgánica que corresponde a un modelo propio que aproxima y conjuga lo matricial en lo académico y lo jerárquico en lo administrativo...Ejerce el gobierno institucional de modo personal y colegiado” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008).

De acuerdo con la estructura orgánica de la Escuela consignada en el documento La Escuela Hoy (Oficina de Desarrollo Institucional, 2017) y que se muestra a continuación, esta cuenta con dos niveles principales: nivel de Dirección entre los que se encuentra la Secretaria General, la Vicerrectoría Administrativa, la Vicerrectoría Académica y la Unidad I+P+E y el nivel de Gestión Institucional, donde están la Unidad de Gestión externa, Comunicaciones y Mercadeo y Desarrollo Institucional.

Los niveles de Gestión Académico – Administrativa como las decanaturas tienen una estructura funcional, donde las decisiones son tomadas por un reducido grupo directivo (ver Ilustración 2).

### **3.4.1.3. Integración**

La Escuela realiza los procesos de reclutamiento, selección, ingreso del personal a través del área de Recursos Humanos, los cuales ya tiene estandarizados. Para el personal docente también se tiene el proceso de promoción, relacionado con el plan de carrera. El detalle de estos procesos se puede ver en el Anexo 9.

### **3.4.1.4. Proceso integración del proyecto a la organización**

- **Actividades necesarias**

Para alcanzar los objetivos de la Escuela y poner en funcionamiento el programa de Ingeniería Aeroespacial se requiere desde el punto de vista administrativo:

- Contratar un decano, profesores, una secretaria y auxiliares de laboratorio.
- Crear un programa de estudios (pensum), que incluya las prácticas de laboratorio y los centros de estudios.
- Programar la disponibilidad de salones para las clases y laboratorios para las prácticas del programa.
- Crear y/o adecuar y dotar un espacio de oficinas para el personal del programa.
- Aumentar la capacidad de las clases del ciclo básico de la escuela, pues tendrá que atender la nueva demanda que implica tener a los estudiantes del nuevo programa.
- Complementar el catálogo de la biblioteca con libros, revistas, bases de datos y demás documentación relevante para el programa de Ingeniería Aeroespacial.

- **Áreas estratégicas y de apoyo**

La Tabla 68 muestran las áreas requeridas para poder cumplir con las actividades necesarias para alcanzar los objetivos, es decir, para ejecutar el producto del proyecto, se necesitan de las siguientes áreas ya existentes en la Escuela:

**Tabla 68. Áreas estratégicas y de apoyo necesarias para la ejecución del producto del proyecto**

ÁREAS ESTRATEGICAS	ÁREAS DE APOYO
Vicerrectoría académica	Dirección Financiera
Comunicaciones y mercadeo	Dirección de Recursos Humanos
Unidad de Gestión Externa	Dirección de Bienestar Universitario
	Oficina Jurídica
	Compras y Suministros
	Biblioteca
	Dirección de Sistemas (Osiris)

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 69 se muestran las áreas necesarias para alcanzar el objetivo a operación del producto del proyecto, se requiere:

**Tabla 69. Áreas estratégicas y de apoyo necesarias para la operación del producto del proyecto.**

ÁREAS ESTRATEGICAS	ÁREAS DE APOYO
Decano (Dirección del programa)	Secretaria
Profesores	Auxiliares de laboratorio
Centros de estudio	

Fuente: elaboración propia

### 3.4.1.5. Requerimientos y disponibilidad de personal administrativo

En la Tabla 70 se presenta un resumen de las funciones principales, formación y experiencia de cada cargo sugerido, los perfiles completos se encuentran al final del documento como un anexo. Para los cargos administrativos se tuvieron en cuenta las descripciones suministradas por Sandra Durán de la Dirección de Recursos Humanos, mientras que para los docentes se tomó como base lo estipulado en el Estatuto de Profesores de la Escuela.

**Tabla 70. Descripción cargos de personal académico y administrativo**

CARGO	BREVE DESCRIPCIÓN DEL CARGO	NÚMERO DE PERSONAS
<b>Decano</b>	Funciones: 1. Controlar y dirigir los procesos académicos de la Decanatura de Ingeniería Aeroespacial de la Escuela. 2. Gestionar y promover los proyectos de investigación del programa. 3. Fomentar y contribuir a la extensión del programa.	1
	Formación y experiencia: Tener como mínimo título profesional en el área en la que se va a desempeñar y experiencia en docencia universitaria no inferior a cinco (5) años, adquirida preferiblemente en la Escuela. Inglés nivel intermedio.	
<b>Profesor asistente</b>	Funciones: 1. Cumplir por lo menos con la dedicación establecida en su contrato. 2. Proponer e impulsar líneas de investigación. 3. Dirigir proyectos de grado en las líneas de investigación que le incumben.	8

<b>CARGO</b>	<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CARGO</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>
	Formación y experiencia: Poseer título de doctor o su equivalente en el área de trabajo respectiva. (para otras equivalencias del requisito remitirse al perfil del cargo)	
<b>Profesor instructor</b>	Funciones: 1. Cumplir a cabalidad con las obligaciones y funciones asignadas por la Rectoría, Vicerrectoría Académica o Decanatura respectiva, en docencia, investigación o en las demás actividades propias de sus cargos y categoría docente. 2. Mantenerse actualizado en su área de trabajo y participar en la actualización permanente del contenido programático de las asignaturas de dicha área. 3. Cumplir por lo menos con la dedicación establecida en su contrato.	5
	Formación y experiencia: Tener como mínimo título de especialista o su equivalente y dos años adicionales de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva. (para otras equivalencias del requisito remitirse al perfil del cargo)	
<b>Secretaria</b>	Funciones: 1. Suministrar servicios de secretariado que conlleven al logro y al desarrollo de las actividades de documentación, información y solicitudes presentes en la Decanatura. 2. Asistir a su superior inmediato con la aplicación de técnicas de secretariado.	1
	Formación y experiencia: Tener como mínimo título técnico en Secretariado y dos (2) años de experiencia en cargos similares.	
<b>Coordinador de laboratorio</b>	Funciones: 1. Atender las visitas de externos que requieren apoyo con los servicios que presta el laboratorio. 2. Dirigir los proyectos de desarrollo, innovación e investigación en el laboratorio. 3. Planificar y estructurar un cronograma de actividades de trabajo con el personal del laboratorio y monitores.	1
	Formación y experiencia: Profesional en Ingeniería Industrial con posgrado en Procesos y Materiales, Ambiental, Producción, Administración o programas afines al área en la que se va a desempeñar, con experiencia no inferior a dos (2) años.	
<b>Auxiliar de laboratorio</b>	Funciones: 1. Brindar asistencia a las prácticas del laboratorio de los estudiantes de la Escuela. 2. Apoyar la realización de ensayos ofrecidos como servicio externo a empresas de la industria de la construcción.	2
	Formación y experiencia: Tener como mínimo título técnico en área en la que se va a desempeñar y dos (2) años de experiencia en cargos similares.	

Fuente: elaboración propia con información de la (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2011)

#### **3.4.1.6. Requerimientos de obras físicas, mobiliario, equipos y suministros de carácter administrativo**

Las instalaciones administrativas con las que cuenta cada programa de la Escuela están dotadas de cubículos u oficinas para cada uno de los profesores de planta que hacen parte del programa, las cuales tienen cada una un computador y teléfono. Adicionalmente se tiene un espacio común y abierto que funciona como puesto de trabajo de la secretaria, atención de estudiantes y sitio de impresión. Estas oficinas cuentan con todas las conexiones y redes necesarias para su correcto funcionamiento (internet, teléfono, electricidad, etc.). Todo el personal administrativo y académico que hace parte de un programa está concentrado en una gran oficina, en vez de estar atomizado en diferentes edificios u oficinas de la Escuela, salvo que se trate de personal encargado de laboratorios.

Estos espacios son propios de la Escuela, por lo que no se incurre en gastos de arriendo o similares. Se puede observar la distribución propuesta para estos espacios en la Ilustración 18.

#### **3.4.2. Análisis de alternativas**

No aplica.

#### **3.4.3. Conclusiones**

Con base en los hallazgos obtenidos se presentan las siguientes conclusiones sobre el estudio administrativo.

##### **3.4.3.1. Planeación**

Se evidencia una clara relación entre la Misión, Visión, Valores, Objetivos Estratégicos y Plan de Desarrollo 2016-2025 de la Escuela y el producto del proyecto. Puntualmente se tienen los siguientes aportes del producto del proyecto:

- Misión: desarrollo del conocimiento y de la sociedad, con pertinencia y anticipación.
- Visión: fortalece el carácter tecnológico y reconocimiento de la universidad.
- Valores: perfeccionamiento del ser humano, búsqueda de la excelencia institucional.
- Objetivos estratégicos: progreso social y del conocimiento a través de la preparación científica, tecnológica y técnica tanto de la persona como en el desarrollo de conocimiento.

Adicionalmente se fortalece la cultura académica, enmarcándola en la excelencia, creatividad e innovación.

Plan de Desarrollo 2016-2025: creación de programas de pregrado diferenciadores.

De acuerdo con lo anterior, se considera que la Misión, Visión, Objetivos Estratégicos y Plan de Desarrollo 2016-2025 de la Escuela son válidos y son aplicables para el producto

del proyecto; sin embargo, existe lugar para mejoras, como se plantea en las recomendaciones.

#### **3.4.3.2. Organización**

Es importante tener presente la relevancia del conocer y establecer una estructura organizacional que cubra las necesidades de las fases de ejecución del proyecto y operación del producto del proyecto. Para esto se debe recomendar una estructura organizacional donde la decanatura sea autónoma y que tenga una relevancia igual a las decanaturas madre de la Escuela por ser un programa de innovación y de impacto nacional e internacional.

#### **3.4.3.3. Integración**

Se evidencia que el programa de reclutamiento y selección que actualmente utiliza la Escuela está sustentado en los años de experiencia de la institución en el sector educativo, lo que se considera que promueve la escogencia del personal idóneo para cumplir los objetivos. De esta forma, se recomienda aplicarlo para la contratación del personal necesario para la operación del programa de Ingeniería Aeroespacial y así lograr posicionarlo como uno de los mejores programas de la Escuela.

#### **3.4.3.4. Proceso integración del proyecto a la organización**

Debido a que la creación del programa de Ingeniería Aeroespacial no implica grandes cambios en el funcionamiento de la Escuela, las áreas pertenecientes a la Dirección de I+i, Vicerrectoría Administrativa, Secretaría General, Unidad de Gestión Externa, Comunicaciones y Mercadeo y Desarrollo Institucional prestarán servicio de apoyo a la futura Decanatura de Ingeniería Aeroespacial.

#### **3.4.3.5. Requerimientos y disponibilidad de personal administrativo**

Los perfiles de formación y experiencia para los profesores y personal administrativo con los que ya cuenta la Escuela, así como sus funciones, son adecuados para el personal que se requerirá en la operación del programa de Ingeniería Aeroespacial. El personal administrativo será necesario desde el primer día de operación del programa, con una dedicación de tiempo completo.

#### **3.4.3.6. Requerimientos de obras físicas, mobiliario, equipos y suministros de carácter administrativo**

Sabiendo que se tendrá un total de 18 personas nuevas, que harán parte inicial de la decanatura, será necesario proveerles equipos de oficina a cada uno de ellos, así como el equipamiento general de la oficina de la decanatura. No se considera necesario incurrir en costos de montaje, arrendamiento, servicios, espacios o mantenimiento, teniendo en cuenta que se usarán espacios pertenecientes a la Escuela que están conectados a todos los servicios necesarios.

### 3.4.4. Recomendaciones

A continuación se presentan las recomendaciones a tener en cuenta para el manejo administrativo del proyecto.

#### 3.4.4.1. Planeación

El programa de Ingeniería Aeroespacial deberá regirse por los Lineamientos y Criterios Curriculares aprobados por el Concejo Directivo del 05 de noviembre de 2013. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013).

El programa deberá ofrecerse no sólo como un producto que aporte al desarrollo científico y tecnológico de la Escuela y los estudiantes, sino también como algo que contribuya al mejoramiento y búsqueda de la excelencia personal, a través de la formación ética, social y humanística. Lo anterior debe estar enmarcado dentro del contexto nacional, donde no necesariamente un programa de Ingeniería Aeroespacial se ve como una prioridad y una solución a los problemas que afronta el país.

#### 3.4.4.2. Organización

Se recomienda que la Escuela tome como base las estructuras organizacionales (ejecución y operación) descritas en Ilustración 16 e Ilustración 17 para lograr con éxito la ejecución del proyecto y la posterior operación del producto del proyecto.

Ilustración 16. Estructura equipo de ejecución del proyecto

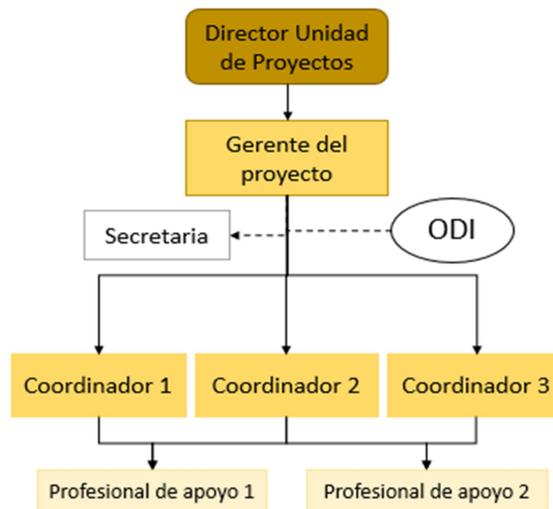
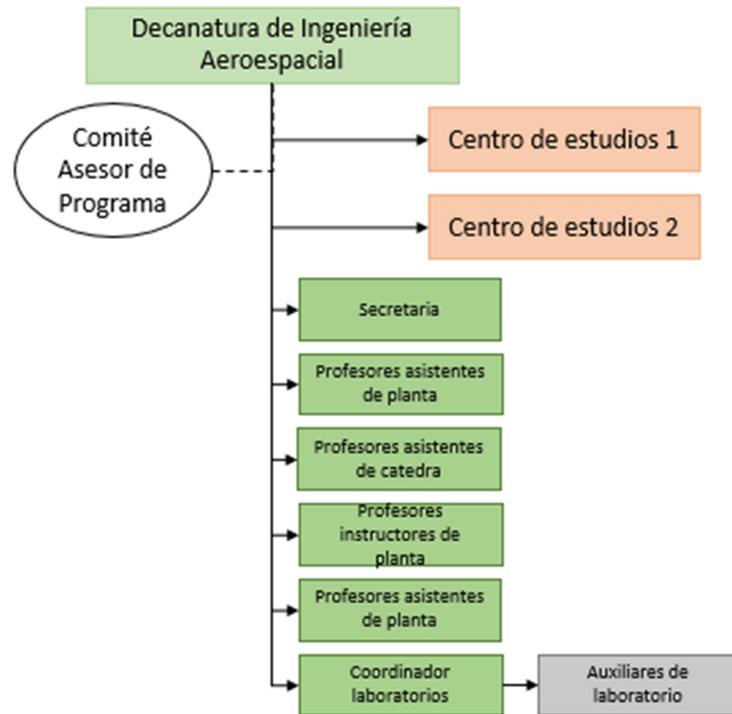


Ilustración 17. Estructura operación del producto del proyecto



### 3.4.4.3. Integración

Se recomienda que el Coordinador de Laboratorio y los Auxiliares ingresen alrededor del tercer (3°) o cuarto (4°) año, es decir entre sexto (6°) y séptimo (7°) semestre, una vez los estudiantes de la primera cohorte comiencen a ver materias de nivel 3, ya que durante los primeros semestres las clases prácticas podrán ser impartidas en los laboratorios existentes en la Escuela.

### 3.4.4.4. Proceso integración del proyecto a la organización

Se recomienda tener el apoyo de la Vicerrectoría Académica durante la ejecución del proyecto, con el fin de que la creación e implementación del programa de Ingeniería Aeroespacial se dé de forma acorde con los parámetros y normativas ya existentes en la Escuela, de forma ágil y sin percances. Adicionalmente, el apoyo del área Comunicaciones y Mercadeo será vital para dar a conocer el programa.

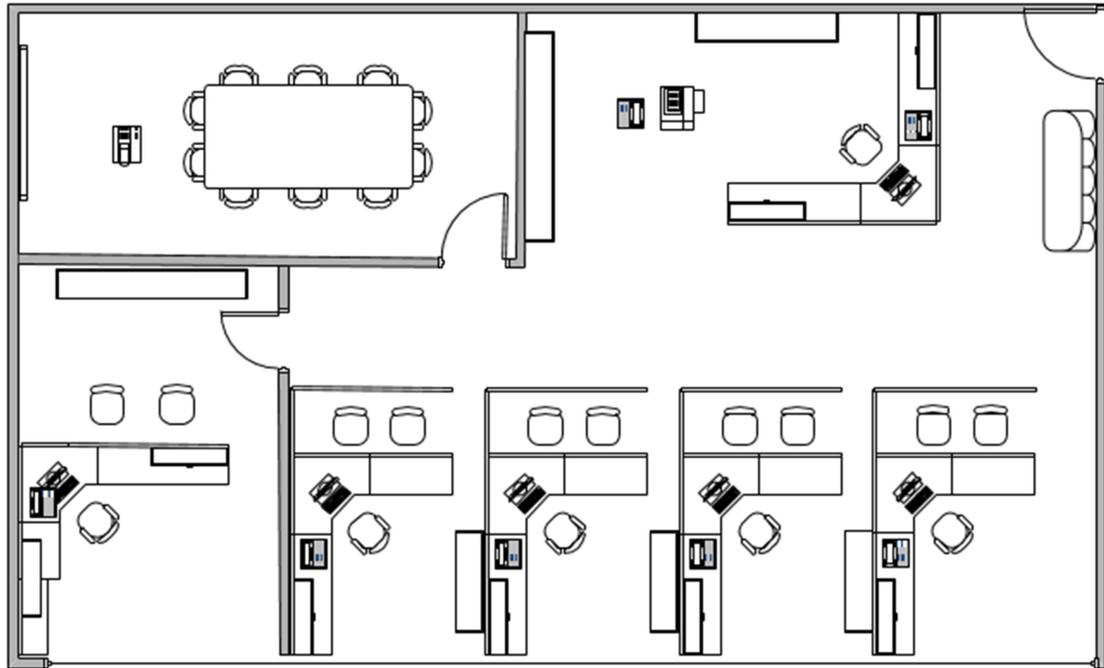
### 3.4.4.5. Requerimientos y disponibilidad de personal administrativo

Se recomienda que el Coordinador de Laboratorio y los Auxiliares ingresen alrededor del tercer (3°) o cuarto (4°) año, es decir entre sexto (6°) y séptimo (7°) semestre, una vez los estudiantes de la primera cohorte comiencen a ver materias de nivel 3, ya que durante los primeros semestres las clases prácticas podrán ser impartidas en los laboratorios existentes en la Escuela.

#### 3.4.4.6. Requerimientos de obras físicas, mobiliario, equipos y suministros de carácter administrativo

En la Ilustración 18 se muestra la oficina recomendada para la decanatura, teniendo en cuenta el número de profesores de planta y el mobiliario requerido por el personal, así como espacios mínimos por puesto de trabajo.

Ilustración 18. Oficina recomendada de la decanatura



Se debe revisar en detalle en posteriores etapas del proyecto la disponibilidad de espacios de oficinas para el personal que hará parte de la Decanatura, así como la correcta programación de salones, garantizando también los cupos necesarios en los cursos del ciclo básico de la Escuela.

#### 3.4.5. Costos y beneficios

Dado que se trata de un proyecto de una entidad existente, que ya está consolidada, con una organización y organigrama estructurado y bien definido, se asumirá que no se incurrirá en costos de Planeación, Organización, Dirección y Control. La Escuela, como ya se mostró en el desarrollo de este taller, ya tiene una Misión, Visión y Valores definidos, que además están alineados con el proyecto. Adicionalmente, ya existen los perfiles de los cargos requeridos, además de la estructura organizacional, la cual será complementada con la nueva decanatura que se creará.

Los costos de Dirección y Control tampoco han sido evaluados, teniendo en cuenta que la Escuela ya cuenta con procesos de desarrollo, evaluación, control y seguimiento de sus

actividades. Siendo además el proyecto una parte clave para lograr los objetivos estratégicos de la Escuela, se considera que estos costos de Dirección y Control ya han sido considerados por la Escuela.

Los costos identificados en el estudio administrativo corresponden al reclutamiento, selección, contratación, inducción y capacitación y desarrollo del personal, además del salario de la secretaria y la dotación de las oficinas de la decanatura.

Para poder iniciar con la operación del producto del proyecto y así garantizar la calidad de las funciones de la Escuela, se debe obtener el registro calificado, que se le otorga una licencia de funcionamiento de parte del ministerio de educación según el Decreto 1075 del 2015.

- **Costos**

**Tabla 71. Costos estudio administrativo**

PROCESO	ACTIVIDAD
Reclutamiento	Clasificados
	Convocatorias y concurso
Selección	Pruebas psicotécnicas
	Entrevistas
	Referenciación
	Confirmación de títulos académicos
	Informe de selección
	Estudios de seguridad
	Examen médico pre ocupacional
	Toma de decisión
Contratación	Proceso de contratación
Inducción	Material de bienvenida
	Inducción institucional
Capacitación y desarrollo	Capacitación y desarrollo

### 3.5. ESTUDIOS DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO

El presente estudio tiene como objetivo principal identificar y cuantificar los ingresos y egresos (inversiones, costos y gastos), las alternativas de financiación y los flujos del proyecto, con el propósito de brindar información confiable sobre la estructura de costos del proyecto.

Además, se considera una herramienta fundamental para la toma de decisiones que puedan afectar la rentabilidad y competitividad del proyecto.

#### 3.5.1. Hallazgos

A continuación, se presenta la información recopilada para el desarrollo del estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento.

##### 3.5.1.1. Supuestos básicos utilizados

Para la construcción de los flujos de caja y estados financieros se asumieron diferentes valores, algunos supuestos y otros obtenidos de fuentes autorizadas, con el ánimo de que el crecimiento de las proyecciones fuera confiable y representativo. En la Tabla 72 se detallan los supuestos utilizados.

**Tabla 72. Supuestos básicos utilizados**

SUPUESTO	CANTIDAD
Tiempo de ejecución	2 años
Duración del programa	10 semestres
Número de créditos	188
Oferta de cupos (1)	50
Tasa de deserción esperada (2)	55,58%
Tasa de descuento Escuela (3)	11%
Índice de precios del consumidor (IPC)	7%
Salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV)	\$737.717
Horizonte de tiempo	10 años
Calendario laboral	10 meses
Impuesto de renta (4)	0%
Incremento de salarios	7%
Costos de administración (5)	30%
Método de depreciación	Línea recta
Tiempo de depreciación equipos de oficina	5 años
Tiempo de depreciación laboratorios	20 años
Valor de salvamento laboratorios	\$1.000.000.000

SUPUESTO	CANTIDAD
Valor de salvamento equipo de oficina	\$3.000.000
Amortización diferidos	3 años
Participación Director Unidad de Proyectos	15%
Participación Gerente de Proyecto	50%
Participación Coordinadores Académicos	25%
Personal de apoyo	20%
Participación secretaria	100%
Participación Grupo de pre factibilidad	55%
Notas: (1) Número de cupos totales para el primer año (2) Tasa de deserción el área de Ingeniería, arquitectura y afines (3) Tomado y revisado de (Artunduaga et al., 2008), Implantación del programa de maestría en proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2008. (4) La Escuela es una institución universitaria sin ánimo de lucro que pertenece al Régimen Común, por lo tanto está exenta del pago de Impuesto de Renta y Ganancias Ocasionales. (5) También conocido como <i>overhead</i> . Información suministrada por Daniel Salazar Ferro.	

Fuente: elaboración propia

### 3.5.1.2. Consolidación, clasificación y cuantificación de costos y beneficios asociados al proyecto

Con el propósito de realizar la correcta cuantificación de los costos y beneficios asociados al proyecto, se presenta a continuación la identificación y clasificación de los mismos.

- **Identificación y clasificación de costos y beneficios**

Los beneficios y costos asociados a cada estudio se presentan en la Tabla 73.

Tabla 73. Identificación de beneficios y costos de proyecto

TIPO DE ESTUDIO	INGRESOS	INVERSIONES	COSTOS	GASTOS
MERCADO	<b>Etapa de operación:</b> - Inscripciones - Matrículas - Derechos de grado	NO	NO	<b>Etapa de ejecución:</b> - Publicidad por Facebook - Publicidad por Google AdWords y Display - Publicidad por TV Cable - Publicidad en periódicos - Publicidad por plegables - Evento de lanzamiento <b>Etapa de operación:</b> - Publicidad por Facebook - Publicidad por Google AdWords y Display - Publicidad por TV Cable - Publicidad en periódicos - Publicidad por plegables

TIPO DE ESTUDIO	INGRESOS	INVERSIONES	COSTOS	GASTOS
TÉCNICO	NO	<b>Etapa de ejecución:</b> - Construcción y dotación de laboratorios - Adquisición de recursos bibliográficos - Adquisición de software especializado y licencias - Dotación oficina del programa - Estudio de pre factibilidad - Estudio de factibilidad <b>Etapa de operación:</b> - Adquisición de recursos bibliográficos	<b>Etapa de operación:</b> - Profesor asistente de planta - Profesor instructor de planta - Profesor asistente de cátedra - Profesor instructor de cátedra - Coordinador de laboratorio - Auxiliar de laboratorio	<b>Etapa de ejecución:</b> - Registro ante el Ministerio de Educación Nacional - Suscripción a revistas especializadas - Papelería <b>Etapa de operación:</b> - Suscripción a revistas especializadas - Mantenimiento de laboratorios - Ceremonia de graduación - Papelería
AMBIENTAL	NO	NO	NO	<b>Etapa de ejecución:</b> - Monitoreo calidad del aire - Apiques, toma de muestras y ensayos de laboratorio para estudio de suelo - Monitoreo de ruido - Elaboración de estudios ambientales
ADMINISTRATIVO	NO	NO	NO	<b>Etapa de ejecución:</b> - Director Unidad de Proyectos - Gerente de proyecto - Coordinador - Profesional de apoyo - Secretaria <b>Etapa de operación:</b> - Reclutamiento - Selección - Contratación - Inducción - Capacitación y desarrollo - Decano - Secretaria

Fuente: elaboración propia

- **Estimación de costos y beneficios**

A continuación se encuentra la cuantificación, valoración y proyección de los costos y beneficios identificados en cada estudio y consignados en la Tabla 73.

## Estudio de mercado

- **Ingresos**

Tabla 74. Ingresos del estudio de mercado

CONCEPTO	VALOR
Pago de inscripción al programa	\$111.000
Precio matrícula programa Ingeniería Aeroespacial	\$4.382.000 a \$ 10.674.000
Precio promedio	\$ 7.528.000
Pago de derechos de grado	\$663.000

Fuente: elaboración propia teniendo en cuenta valores actuales de (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2010) y estimación del IPC

Los valores expuestos en la Tabla 74, se determinaron a partir del valor actual de cada rubro y el valor estimado del IPC de la Tabla 72. Para el valor de la matrícula del programa de Ingeniería Aeroespacial, se tuvo en cuenta el valor de la matrícula de un programa de ingeniería, exceptuando ingeniería biomédica.

Posteriormente, para determinar los ingresos operacionales se tomó el valor mínimo y máximo de la matrícula actual para un programa de ingeniería en la Escuela, y dado que no se puede determinar el número de estudiantes que ingresarán en cada escalafón de la matrícula diferencial, se realizó un promedio del valor de la matrícula. El valor de cada año del horizonte de planeación se terminó con la multiplicación entre el valor de la matrícula para cada año y el número de estudiantes matriculados previsto para cada año, teniendo en cuenta las tasas de permanencia de estudiantes por cohorte.

- **Gastos**

Tabla 75. Gastos del estudio de mercado

CONCEPTO	VALOR
<b>Etapas de ejecución</b>	
Publicidad	\$ 34.112.300
Portales de educación	\$ 1.540.800
Publicidad por <i>Google AdWords</i> y <i>Display</i>	\$ 20.898.000
<i>Mailling</i> masivo	\$ 3.274.600
Publicidad por <i>Facebook</i> y <i>Youtube</i>	\$ 7.490.000
Vallas	\$ 908.900
Evento de lanzamiento	\$ 80.000.000
Ferias estudiantiles	\$4.280.000
Material impreso	\$8.560.000
<b>Etapas de operación del producto del proyecto</b>	
Publicidad	70% del valor de la publicidad del año inmediatamente anterior, discriminado así: Eventos especiales: 30% Publicidad: 70%

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la Dra. Clemencia González Fajardo

Los gastos en publicidad de la Tabla 75, se determinaron a partir de reuniones y comunicaciones con la Dra. Luisa Manrique.

## Estudio Técnico

- **Inversiones**

Tabla 76. Inversiones del estudio técnico

CONCEPTO	VALOR
<b>Etapa de ejecución</b>	
Construcción y dotación de laboratorios	\$7.500.000.000
Adquisición de recursos bibliográficos	\$15.000.000
Adquisición de software especializado y licencias	\$46.000.000
Dotación oficina del programa	\$23.310.000
Estudio de pre factibilidad	\$77.300.000
Estudio de factibilidad	\$154.600.000
<b>Etapa de operación del producto del proyecto</b>	
Adquisición de recursos bibliográficos	\$15.600.000

Fuente: elaboración propia teniendo en cuenta (Artunduaga et al., 2008) y estimación del IPC

Los costos asociados a la construcción del edificio se tomaron según investigación de construcción por empresa en Bogotá. Las dotaciones de laboratorios se trataron con el ingeniero Jaime Orduy Rodriguez y una estimación de precios con base en su conocimiento al mercado nacional.

Los costos estimados para la adquisición de recursos bibliográficos fueron indexados de los definidos por Artunduaga, O, Castro, M y Díaz, R. (2008) Implantación del programa de maestría en proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (tesis de especialización) Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia (Artunduaga et al., 2008).

Así mismo, el costo definido para la adquisición de software especializado se obtuvo de la cotización online de treinta (30) licencias de *SolidWorks* 2017 (150 USD cada una) para un total de 4.500 USD y la estimación de adquirir al menos tres (3) programas especializados diferentes de precios similares.

- **Costos**

Tabla 77. Salarios de personal docente

CARGO	NUMERO DE PROFESORES	TIPO DE CONTRATO	DEDICACIÓN	VALOR HORA	SALARIO
Profesor asistente	4	Planta	Tiempo completo	N/A	\$6.640.000
Profesor instructor	4	Cátedra	36 horas al mes	\$55.000 hora	\$1.980.000
Coordinador de	1	Término	Tiempo completo	N/A	\$2.870.000*

CARGO	NUMERO DE PROFESORES	TIPO DE CONTRATO	DEDICACIÓN	VALOR HORA	SALARIO
laboratorio		indefinido			
Auxiliar de laboratorio	2	Término indefinido	Tiempo completo	N/A	\$1.400.000

Los salarios indicados son proyectados para el año 2019 y crecerán conforme al IPC propuesto.

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la Profesional en Recursos Humanos Sandra Liliana Durán.

Los costos de personal de la Tabla 77, se determinaron a partir de comunicaciones e información suministrada por la Profesional en Recursos Humanos Sandra Liliana Durán.

- **Gastos**

**Tabla 78. Gastos del estudio técnico**

CONCEPTO	VALOR
<b>Etapas de ejecución</b>	
Registro ante el Ministerio de Educación Nacional	\$8.446.000
Suscripción a revistas especializadas	\$7.500.000
Papelería	\$2.500.000
<b>Etapas de operación del producto del proyecto</b>	
Ceremonia de graduación	\$8.000.000
Suscripción a revistas especializadas	\$8.000.000
Mantenimiento de laboratorios	\$675.000.000
Papelería	\$4.500.000

Fuente: elaboración propia teniendo en cuenta (Artunduaga et al., 2008) y estimación del IPC

El valor estimado del registro ante el MEN fue suministrado por Andrea del Pilar Vera Silva, profesional de la Oficina de Desarrollo Institucional e indexado con el IPC supuesto al año 2019 (ver Tabla 72).

Los gastos estimados para la suscripción a revistas especializadas, la ceremonia de graduación y la papelería fueron indexados de los definidos por Artunduaga, O, Castro, M y Díaz, R. (2008) *Implantación del programa de maestría en proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito* (tesis de especialización) Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia (Artunduaga et al., 2008).

El valor estimado para el mantenimiento de los laboratorios durante el horizonte del proyecto se obtuvo a partir de la información suministrada por el Ingeniero Civil y Especialista en Gerencia de la Construcción Germán García Marrugo, quien a través de sus años de experiencia ha identificado una relación del 1% entre el costo anual de un mantenimiento y el valor del activo. De esta forma, se determinó un costo de mantenimiento del 1% sobre la inversión realizada para cada laboratorio proyectado.

## Estudio ambiental

- **Inversiones**

**Tabla 79. Inversiones del estudio ambiental**

CONCEPTO	VALOR
Monitoreo de calidad del aire	\$10.000.000
Apiques, toma de muestras y ensayos de laboratorio	\$4.000.000
Monitoreo de ruido	\$12.000.000
Elaboración estudios ambientales	\$90.000.000

Fuente: elaboración propia con información suministrada por el biólogo Carlos Alfonso Díaz

Los valores expuestos en la Tabla 79 se obtuvieron a partir de información suministrada por el biólogo Carlos Alfonso Díaz, quien durante su experiencia profesional ha coordinado y liderado la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para diferentes proyectos.

## Estudio administrativo

- **Gastos**

En la Tabla 80, se detallan los costos estimados para la etapa de integración, los cuales fueron elaborados a partir de los salarios del personal que estará involucrado en cada procesos, una dedicación horaria que en ningún caso supera las 9 horas por aspirante, y otros costos, como es el caso del material de bienvenida:

**Tabla 80. Costos estimados proceso de integración**

PROCESO	ACTIVIDAD	COSTO
Reclutamiento	Clasificados	\$300.000
	Convocatorias y concurso	\$500.000
Selección	Pruebas psicotécnicas	\$30.000
	Entrevistas	\$100.000
	Referenciación	\$50.000
	Confirmación de títulos académicos	\$75.000
	Informe de selección	\$100.000
	Estudios de seguridad	\$400.000
	Examen médico pre ocupacional	\$100.000
	Toma de decisión	\$50.000
Contratación	Proceso de contratación	\$60.000
Inducción	Material de bienvenida	\$35.000
	Inducción institucional	\$50.000

PROCESO	ACTIVIDAD	COSTO
Capacitación y desarrollo	Capacitación y desarrollo	\$100.000

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la profesora Claudia María Jaramillo

Se asume que la Escuela ya tiene acceso a portales como el empleo, que tiene un costo de \$7.340.000.

Los salarios del personal requerido se muestran en la Tabla 81.

**Tabla 81. Salarios de personal administrativo**

CARGO	NUMERO DE PROFESORES	TIPO DE CONTRATO	DEDICACIÓN	VALOR HORA	SALARIO
<b>Etapa de ejecución</b>					
Director Unidad de Proyectos	1	N/A	15%	\$1.050.000	\$12.600.000
Gerente de proyecto	1	N/A	50%	\$2.900.000	\$34.800.000
Coordinador	3	N/A	25%	\$1.000.000	\$12.000.000
Profesional de apoyo	2	N/A	20%	\$400.000	\$4.800.000
Secretaria	1	N/A	100%	\$1.200.000	\$14.400.000
<b>Etapa de operación del producto del proyecto</b>					
Secretaria	1	Término indefinido	Tiempo completo	N/A	\$1.375.000
Decano	1	Planta	Tiempo completo	N/A	\$11.500.000*

\* Valor supuesto.

Fuente: elaboración propia con información suministrada por la Profesional en Recursos Humanos Sandra Liliana Durán.

Una vez identificados los ingresos, las inversiones, los costos y gastos de cada estudio, se realiza su cuantificación en la Tabla 82.

ón de beneficios y costos de proyecto

CIÓN	ETAPA DE EJECUCIÓN			ETAPA OPERACIÓN		
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>BENEFICIOS</b>						
				100	\$ 111.000	\$ 11.100.000
				75	\$ 7.528.000	\$ 564.600.000
				30	\$ 663.000	\$ 19.890.000
						<b>\$ 595.590.000</b>
<b>COSTOS</b>						
ón	Global		\$7.500.000.000			
ra la	Global		\$ 116.000.000			
os	Global		\$ 15.000.000	Global		\$ 15.600.000
do y licencias	Global		\$ 46.000.000			
rograma	Global		\$ 23.310.000			
dad	Global		\$ 77.300.000			
d	Global		\$ 154.600.000			
<b>ES</b>			<b>\$7.932.210.000</b>			<b>\$ 15.600.000</b>
planta				5	\$ 79.680.000	\$ 398.400.000
catedra				3	\$ 28.200.000	\$ 84.600.000
planta				3	\$ 54.960.000	\$ 164.880.000
catedra				2	\$ 23.760.000	\$ 47.520.000

DESCRIPCIÓN	ETAPA DE EJECUCIÓN			ETAPA OPERACIÓN		
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Coordinador de laboratorio				1	\$ 34.440.000	\$ 34.440.000
Asistentes de laboratorio				2	\$ 16.800.000	\$ 33.600.000
<b>TOTAL DOCENCIA</b>						<b>\$ 763.440.000</b>
<b>GASTOS</b>						
<b>GASTOS DE PERSONAL</b>						
Director Unidad de Proyectos	1	\$12.600.000	\$ 12.600.000			
Decano				1	\$138.000.000	\$ 138.000.000
Secretaria	1	\$14.400.000	\$ 14.400.000	1	\$ 16.500.000	\$ 16.500.000
Gerente de Proyecto	1	\$34.800.000	\$ 34.800.000			
Coordinadores	3	\$12.000.000	\$ 36.000.000			
Profesional de apoyo	2	\$ 4.800.000	\$ 9.600.000			
Reclutamiento				Global		\$ 916.000
Gastos de selección				18	\$ 1.036.000	\$ 18.648.000
Contratación				18	\$ 60.000	\$ 1.080.000
Inducción				18	\$ 97.000	\$ 1.746.000
Capacitación y desarrollo				18	\$ 114.000	\$ 2.052.000
<b>GASTOS DE MANTENIMIENTO</b>						
Mantenimiento de laboratorios						\$ 100.000.000
<b>GASTOS DEPRECIACIÓN</b>						
Depreciación de equipos				Global		\$ 6.054.000
Depreciación de laboratorios				Global		\$ 75.000.000
<b>GASTOS DIVERSOS</b>						
Gastos de admiración				Global		\$ 28.230.000
Imprevistos				Global		\$ 28.230.000
Ceremonia de graduación				Global		\$ 8.000.000

DESCRIPCIÓN	ETAPA DE EJECUCIÓN			ETAPA OPERACIÓN		
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Registro MEN	Global		\$ 8.446.000			
Papelería	Global		\$ 2.500.000	Global		\$ 4.500.000
Suscripción a revistas	Global		\$ 7.500.000	Global		\$ 8.000.000
<b>TOTAL GASTOS OPERACIONES DE ADMINISTRACIÓN</b>			<b>\$ 125.846.000</b>			<b>\$ 436.956.000</b>
<b>GASTOS OPERACIONES DE VENTAS</b>						
Publicidad en portales de educación	Global		\$ 1.540.800			\$ 1.648.656
<i>Mailling</i> masivo	Global		\$ 3.274.600			\$ 3.503.822
Publicidad <i>Facebook</i> y <i>Youtube</i>	Global		\$ 7.490.000			\$ 8.014.300
Publicidad <i>Google Adword</i> y <i>Display</i>	Global		\$ 20.898.000			\$ 22.360.860
Vallas	Global		\$ 908.900			\$ 972.523
Ferias estudiantiles	Global		\$ 4.280.000			\$ 4.579.600
Evento de lanzamiento	Global		\$ 80.000.000			
Material impreso	Global		\$ 8.560.000			\$ 9.159.200
<b>TOTAL GASTOS OPERACIONALES DE VENTA</b>			<b>\$ 126.952.300</b>			<b>\$ 50.238.961</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>			<b>\$8.185.008.300</b>			<b>\$1.266.234.961</b>

Fuente: elaboración propia

### 3.5.1.3. Financiamiento

Para determinar el nivel de financiamiento requerido para la creación del programa de Ingeniería Aeroespacial se plantearon tres (3) escenarios, cada uno con una distribución diferente de la inversión, basándose en la información suministrada por el Dr. Mauricio Vela, Vicerrector Administrativo.

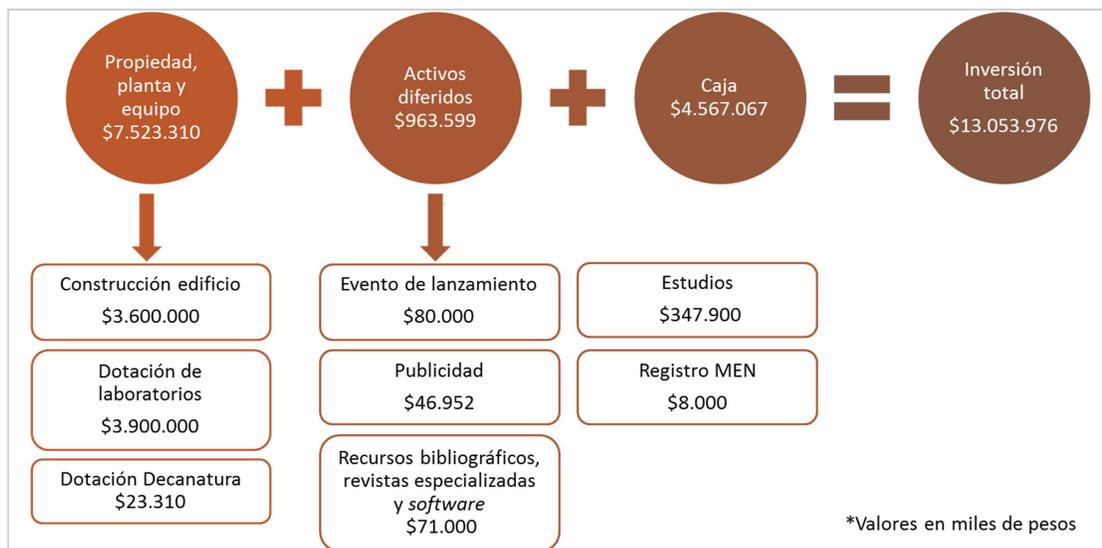
De acuerdo con el Dr. Vela, la creación de nuevos programas de pregrado en la Escuela se financia exclusivamente con recursos propios, mientras que la construcción de edificios y dotación de nuevos laboratorios se financia con recursos externos. Adicionalmente, las obligaciones adquiridas por financiamiento con recursos externos no son atribuidas exclusivamente a ningún programa de la Escuela.

#### Escenario 1:

Teniendo en cuenta la información del Dr. Vela, este escenario contempla la financiación con recursos externos para la construcción del edificio y la dotación de laboratorios. Sin embargo, con el propósito de analizar el efecto de las obligaciones financieras en el flujo de caja del proyecto, en este escenario se cargan exclusivamente al programa de Ingeniería Aeroespacial.

Este escenario se analiza además, bajo el supuesto de que la inversión total se requiere en el año cero del proyecto.

**Ilustración 19. Distribución inversión en el escenario 1**



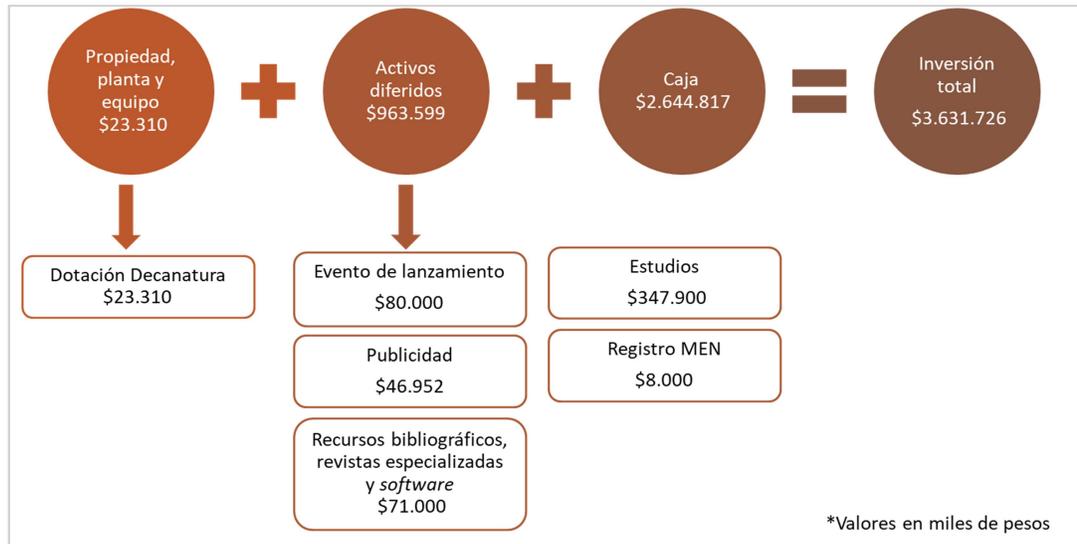
Fuente: elaboración propia

#### Escenario 2:

Este escenario contempla la financiación con recursos externos de la construcción del edificio y la dotación de laboratorios. Sin embargo, según lo expuesto por el Dr. Vela,

estas obligaciones financieras no son cargadas a ningún programa específico y el aporte de cada uno se refleja en el *overhead*. Este escenario se analiza bajo el supuesto de que la inversión total se requiere en el año cero del proyecto.

**Ilustración 20. Distribución inversión en el escenario 2**



Fuente: elaboración propia

### Escenario 3:

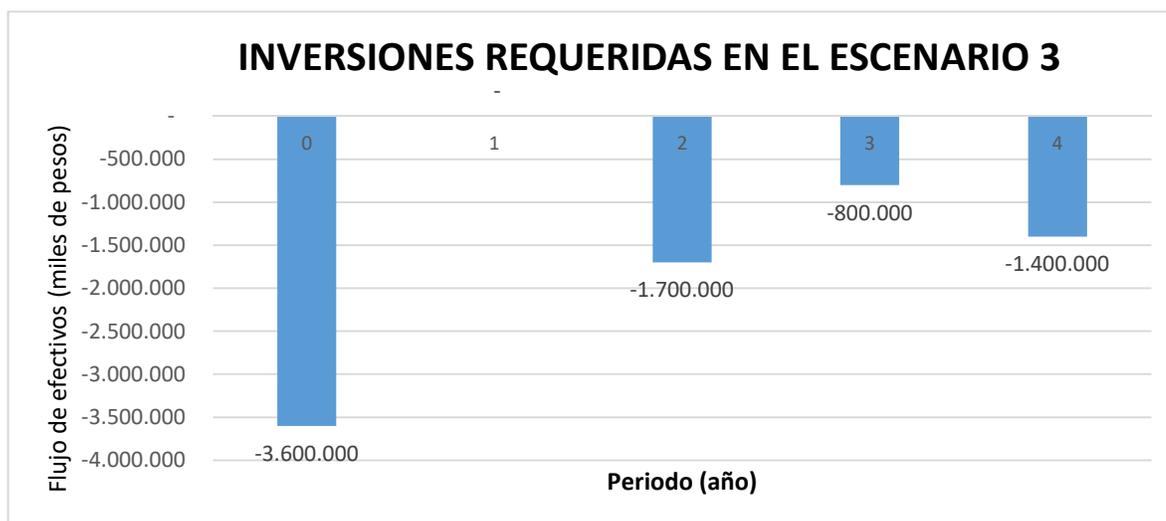
Este escenario contempla, al igual que el primero, unas obligaciones financieras cargadas al programa de Ingeniería Aeroespacial, con la diferencia de que se analiza una inversión total distribuida de acuerdo a la necesidad de laboratorios en cada año, dada por el plan de estudios recomendado. La distribución de así:

**Tabla 83. Requerimientos de inversión - escenario 3**

RUBRO	MONTO REQUERIDO POR AÑO				
	0	1	2	3	4
Edificio	3.600.000				
Lab. aerodinámica supersónica				500.000	
Lab. propulsión con motor turbohélice					800.000
Lab. control automático de vuelo			500.000		
Lab. estructuras aeronáuticas			200.000		
Banco de pruebas			600.000		
Lab. aviónica				300.000	
Lab. sistemas de navegación			200.000		
Lab. sistemas generales del avión			200.000		
Lab. virtual STK					100.000
Drones					100.000
Lab. simulador de vuelo					400.000
<b>TOTAL</b>	<b>3.600.000</b>	<b>-</b>	<b>1.700.000</b>	<b>800.000</b>	<b>1.400.000</b>

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

Gráfica 19. Requerimientos de inversión - escenario 3



Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

De acuerdo con la información suministrada por el Dr. Mauricio Vela, la Escuela adquiere recursos financiados con La Financiera de Desarrollo Territorial S.A, FINDETER, gracias a las bajas tasas que esta entidad ofrece.

FINDETER es una entidad, vinculada al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y vigilada por la Superintendencia Financiera de Colombia, ofrece créditos para financiar hasta el 100% del costo total del proyecto, con plazos hasta de 15 años y a tasas de interés en (IPC) Índice de Precios al Consumidor, (DTF) Depósitos a Término Fijo o (IBR) Indicador Bancario de Referencia.

Teniendo esto en cuenta, para el financiamiento de las inversiones y recursos iniciales, se encuentra que la Escuela puede acceder a diferentes líneas de crédito con FINDETER, como:

- **Tasa de cartelera**

Es una tasa de redescuento aplicable al sector público y privado del Grupo I (sectores Infraestructura de Salud e Infraestructura de Educación). La tasa de redescuento contempla “toda operación en virtud de la cual FINDETER entrega recursos a un establecimiento de crédito o a entidades debidamente autorizadas por la ley para intermediar, con el objeto de que éstas financien operaciones de crédito a cambio de la cesión de garantías suficientes” (“Findeter S.A. - Preguntas Frecuentes,” 2018).

- **Línea Tasa Compensada Educación Superior**

En el marco del Decreto 1722 del 28 de agosto de 2015, FINDETER creó una línea de crédito con Tasa Compensada para Educación Superior, con el objetivo de financiar inversiones que buscan mejorar la calidad y cobertura educativa a nivel nacional en instituciones de educación superior, públicas y privadas (“Condiciones generales Línea Tasa Compensada Educación Superior 2015,” n.d.).

- **Tasa Compensada Infraestructura Sostenible**

En el marco del Decreto 1460 del 4 de Septiembre de 2017 el cual adiciona al Decreto 2048 del 16 de octubre de 2014, FINDETER implementó la línea de redescuento con tasa compensada de Infraestructura Sostenible con el propósito final de reactivar la economía nacional a través de la financiación de inversiones relacionadas con estudios y diseños, construcción, rehabilitación, mantenimiento, mejoramiento, ampliación, interventoría, equipos y bienes, en múltiples sectores, como el de educación (“Condiciones generales Tasa Compensada Infraestructura Sostenible,” n.d.).

Es importante mencionar que la construcción del nuevo edificio de laboratorios de la Escuela requirió una inversión de \$26.000 millones de los cuales FINDETER financió \$19.000 millones a través de este crédito, es decir, una relación 70-30.

### 3.5.2. Análisis de alternativas

En la Tabla 84 se analizan tres (3) alternativas de financiamiento con FINDETER.

**Tabla 84. Alternativas de financiación con FINDETER**

	<b>ALTERNATIVA 1</b>		<b>ALTERNATIVA 2</b>	<b>ALTERNATIVA 3</b>
Tipo de crédito	Tasa de cartelera		Línea Tasa Compensada Educación Superior	Tasa Compensada Infraestructura Sostenible
Plazos y tasa de interés anuales	>1-2 años hasta 1 año de gracia	IPC + 3,5% EA	Hasta 10 años IPC + 4,0% EA Hasta 1 año período de gracia a Capital	Hasta 12 años IPC + 3,0% EA Hasta 2 años período de gracia a Capital
	>2-4 años hasta 2 años de gracia	IPC + 3,5% EA		
	>4-6 años hasta 3 años de gracia	IPC + 3,5% EA		
	>6-8 años hasta 3 años de gracia	IPC + 4,0% EA		
	>8-10 años hasta 3 años de gracia	IPC + 4,2% EA		
	>10-12 años hasta 3 años de gracia	IPC + 4,50% EA		
	>12 - 15 años hasta 3 años de gracia	IPC + 4,95% EA		
Monto máximo	No aplica		\$120.000.000.000	\$1.000.000.000.000

Fuente: elaboración propia con información de (“Condiciones generales Tasa Compensada Infraestructura Sostenible,” n.d., “Findeter S.A. - Preguntas Frecuentes,” 2018)

### Alternativa seleccionada

Teniendo en cuenta la información suministrada por el Dr. Mauricio Vela y los hallazgos obtenidos, se selecciona la alternativa 3 que corresponde al crédito por tasa compensada de la línea infraestructura sostenible, por ser la de menor tasa de interés anual y por la experiencia alcanzada con el crédito adquirido para la construcción del edificio I.

Considerando los supuestos de la Tabla 72, donde el IPC estimado es 7%, la tasa de interés se ubica en 10% EA durante la vida del crédito.

Las condiciones del crédito y la amortización para el escenario 1 y el escenario 3 se presentan en el literal 3.5.5 Soportes de los análisis adelantados.

### **3.5.3. Conclusiones**

#### **3.5.3.1. Estados financieros del proyecto**

- **Flujo de caja**

El flujo de caja muestra el efectivo generado y utilizado en las actividades de operación, inversión y financiación tanto del inversionista como del proyecto, lo que permite analizar la conveniencia del proyecto y la capacidad de este para generar efectivo dentro del contexto estudiado.

- **Estado de Resultados**

El estado de resultados refleja los ingresos, costos y gastos del proyecto durante la ejecución y los 10 primeros años de operación, con la finalidad de calcular el resultado financiero y la utilidad o pérdida del proyecto.

- **Balance General**

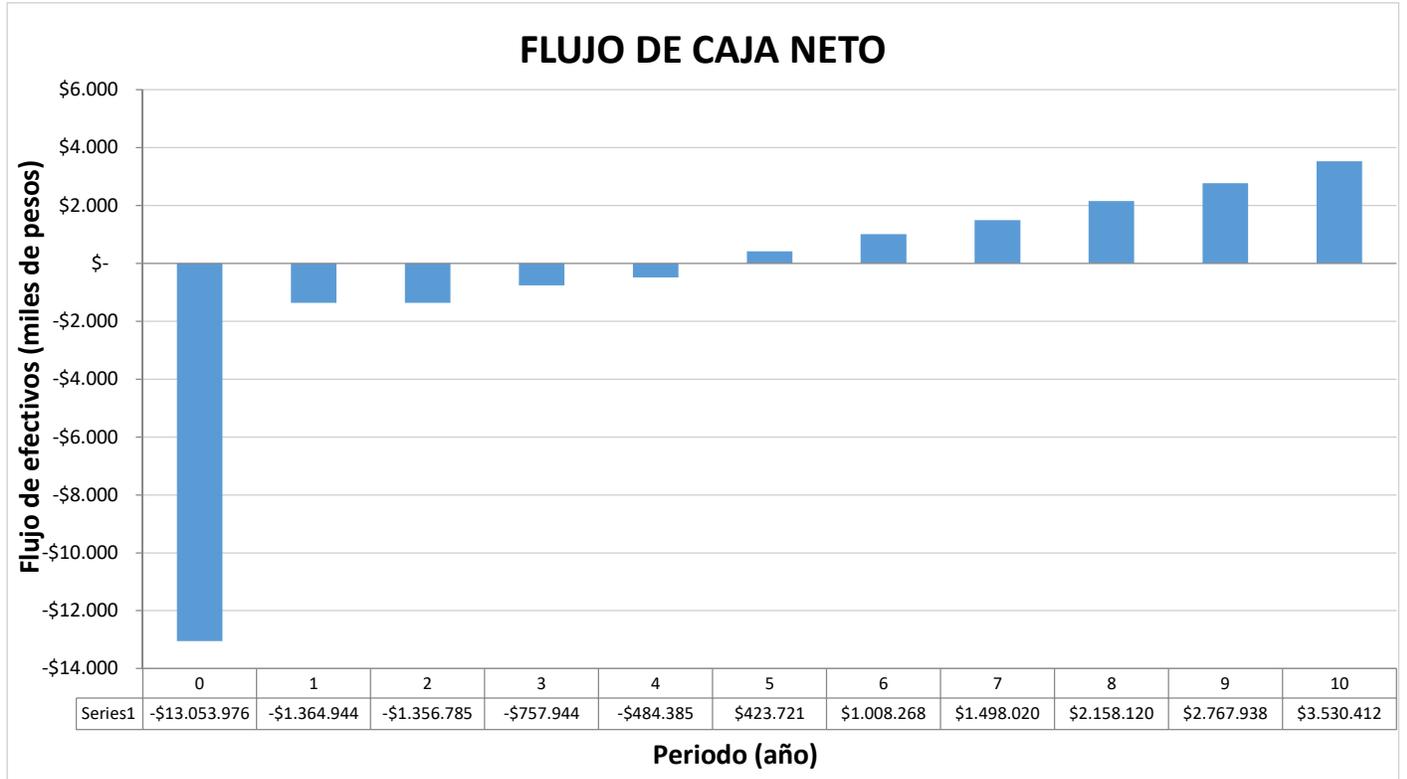
El Balance General permite conocer de manera ordenada y clasificada la composición del activo, el pasivo y el patrimonio del proyecto.

Los activos del proyecto están representados por los laboratorios y los muebles y enseres que se deben adquirir para la operación del programa de Ingeniería Aeroespacial; el pasivo contempla las obligaciones financieras, sin embargo, bajo el supuesto de que el proyecto se financia con recursos propios, este no se ve incrementado por deudas con el sector bancario. Finalmente, el patrimonio refleja el capital social, el superávit de capital y el resultado de ejercicios anteriores.

A continuación se presentan los estados financieros de los tres (3) escenarios analizados de forma gráfica. Las tablas de datos se encuentran en la Tabla 90 a la Tabla 98 del aparte 3.5.5 Soportes de los análisis adelantados.

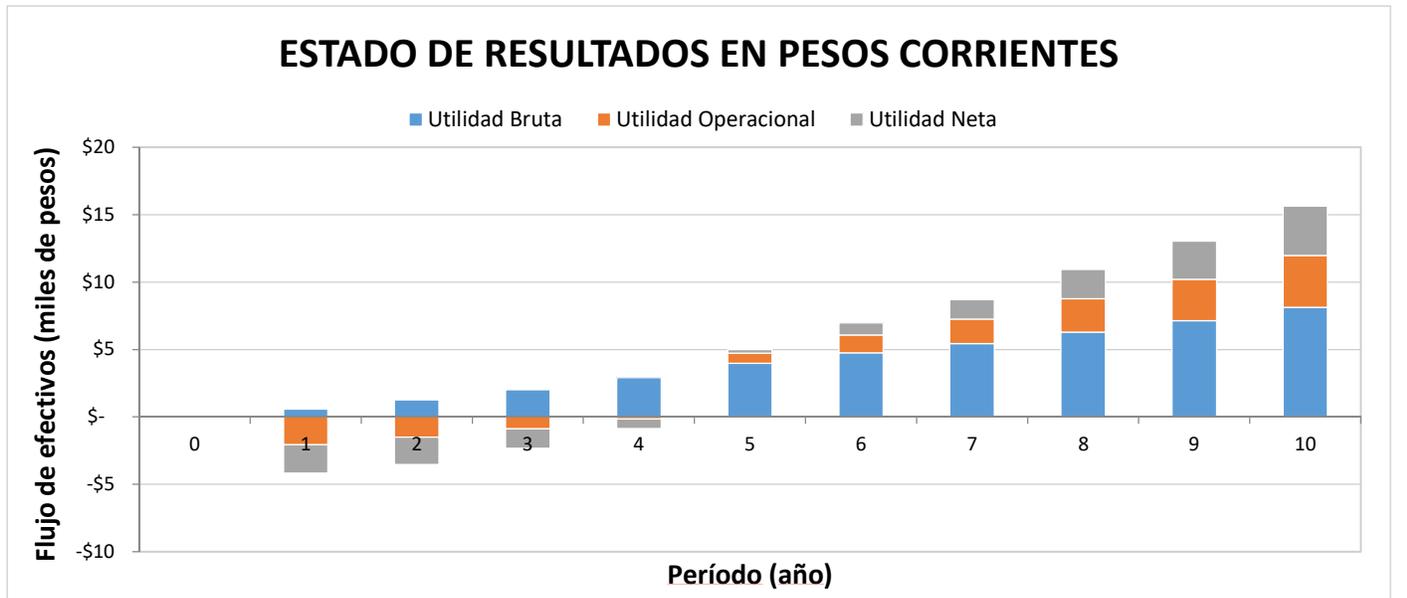
**Escenario 1:**

**Gráfica 20. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 1**



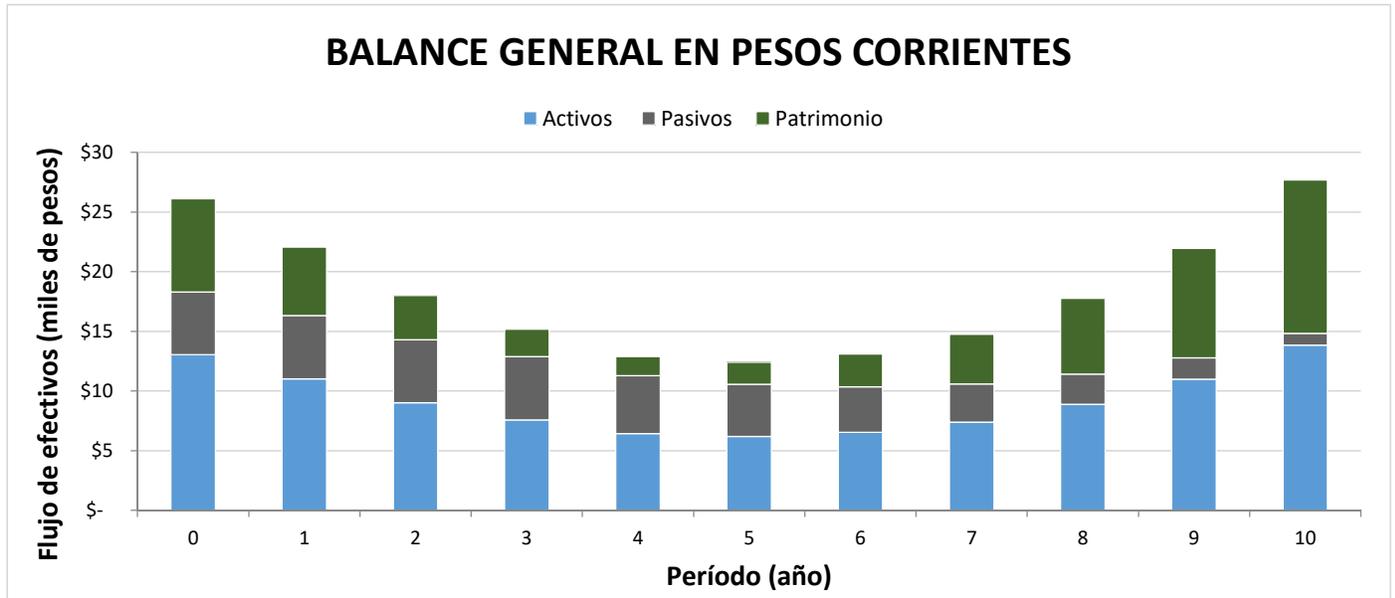
Fuente: elaboración propia

**Gráfica 21. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 1**



Fuente: elaboración propia

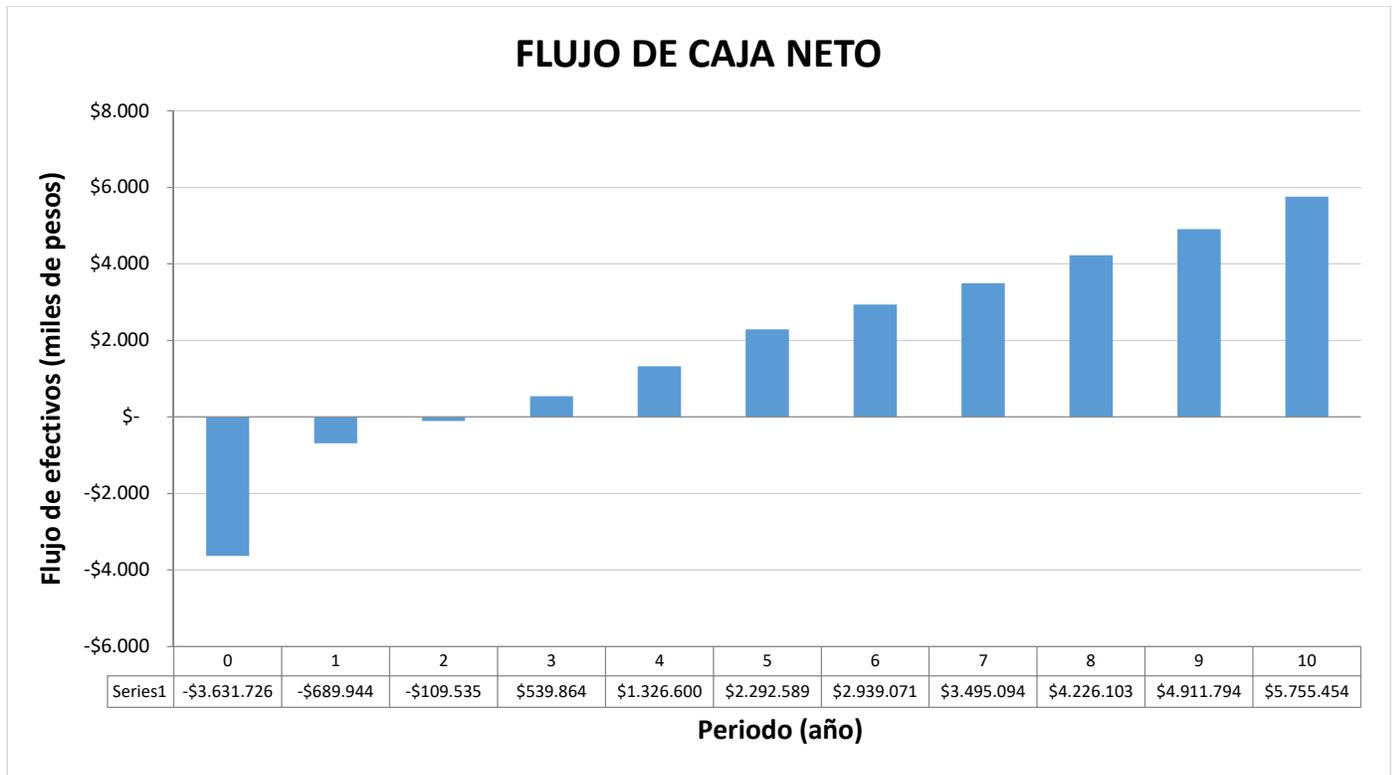
Gráfica 22. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 1



Fuente: elaboración propia

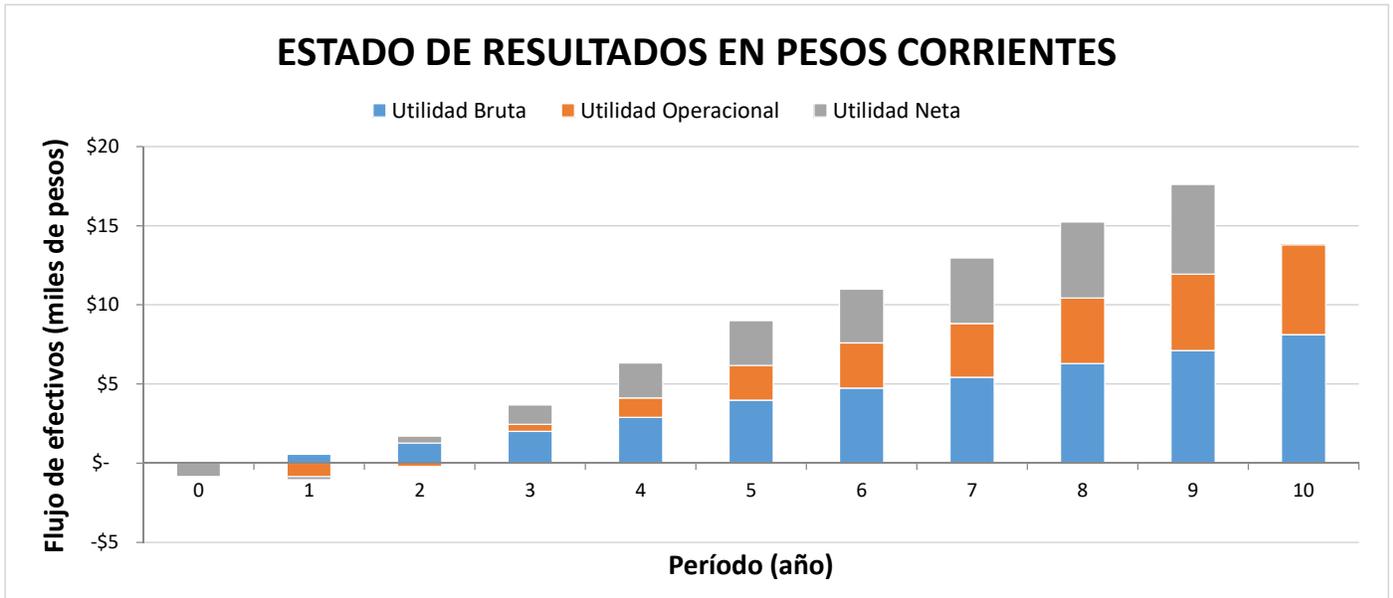
**Escenario 2:**

Gráfica 23. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 2



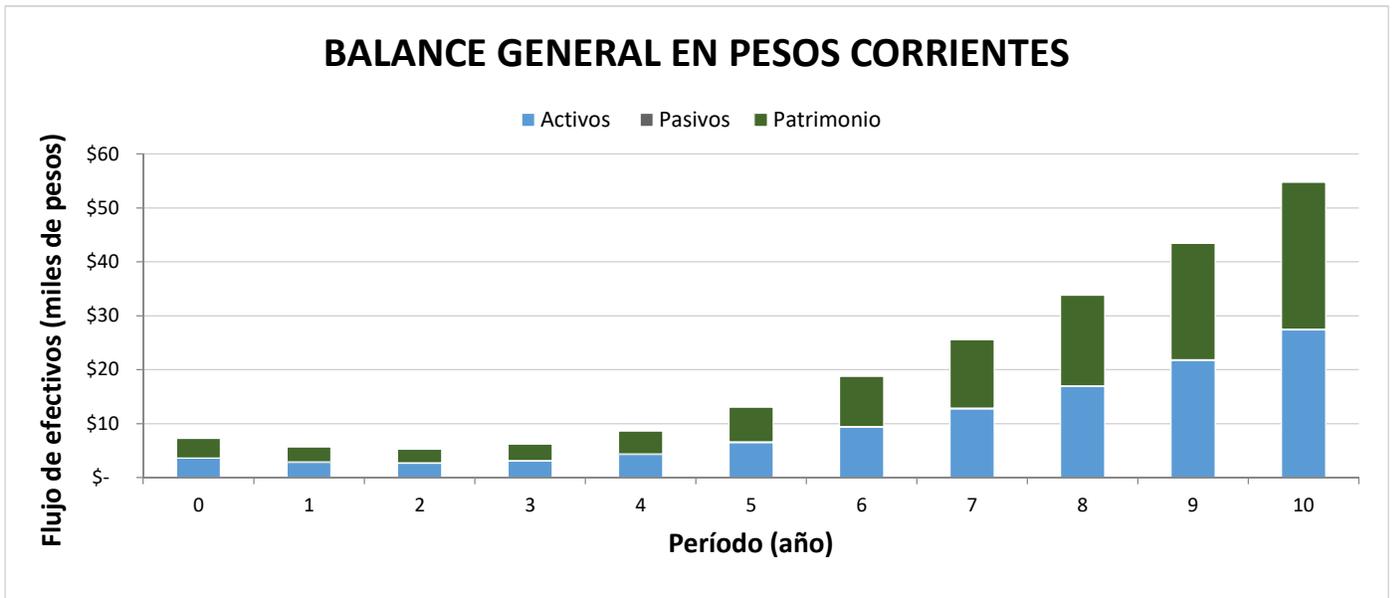
Fuente: elaboración propia

Gráfica 24. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 2



Fuente: elaboración propia

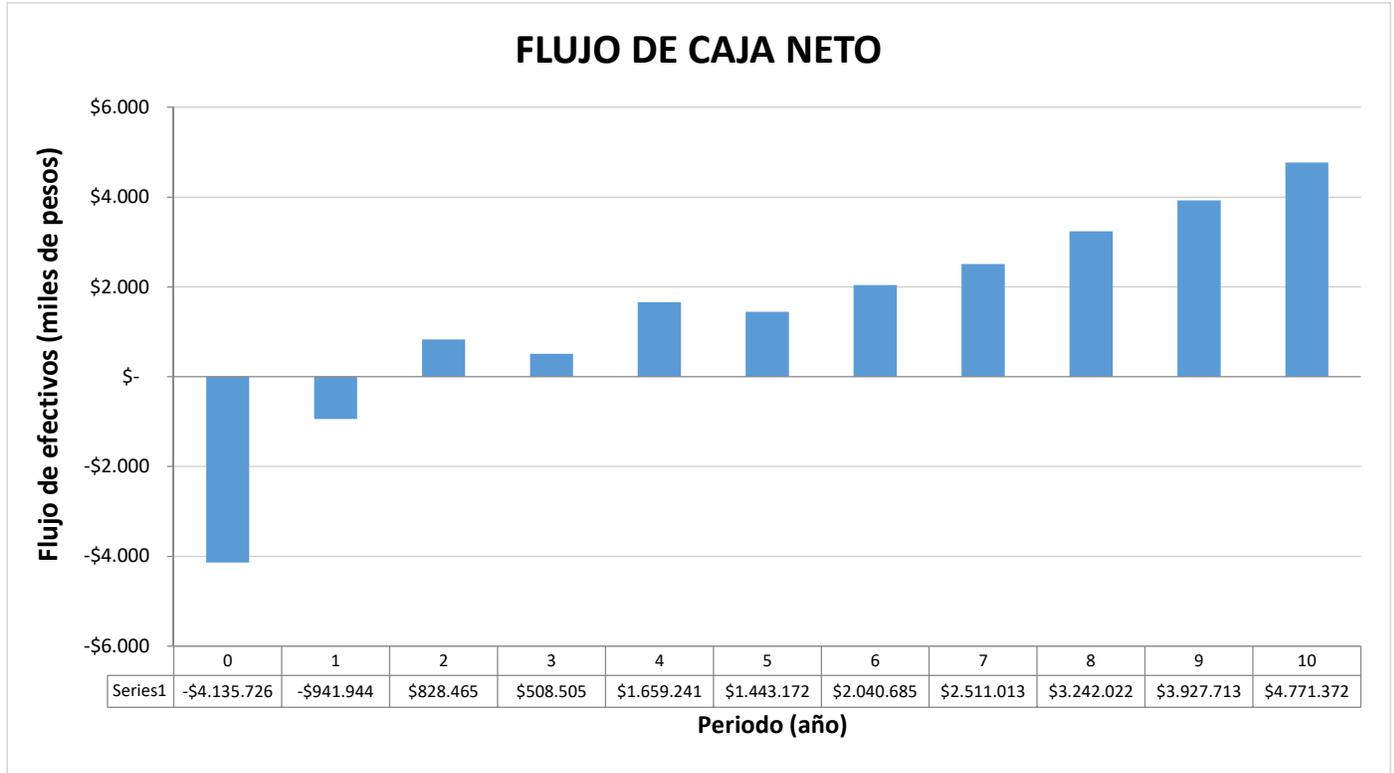
Gráfica 25. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 2



Fuente: elaboración propia

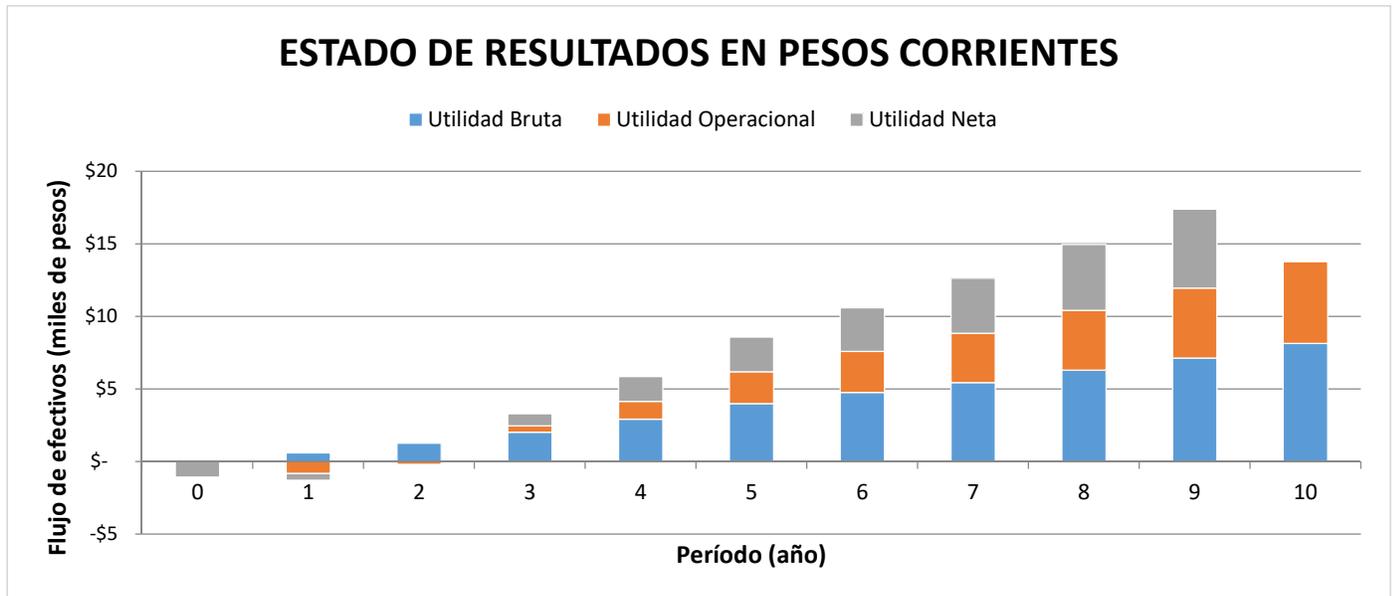
**Escenario 3:**

Gráfica 26. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 3



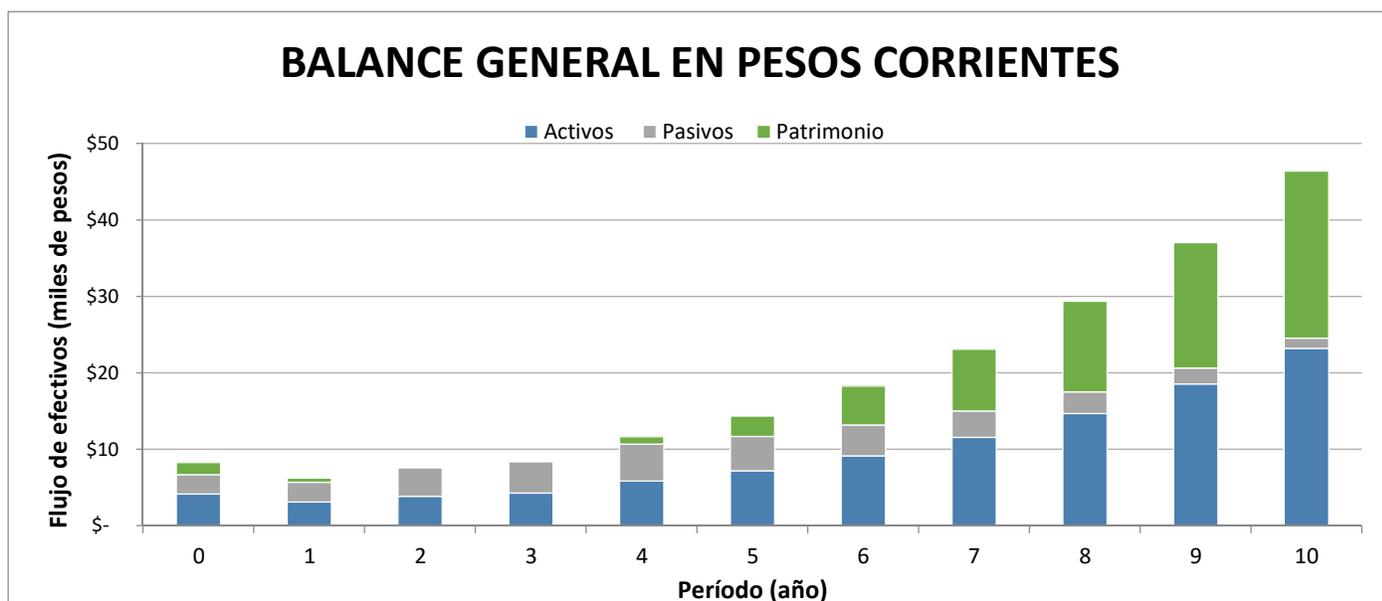
Fuente: elaboración propia

Gráfica 27. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 3



Fuente: elaboración propia

Gráfica 28. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 3



Analizando los resultados obtenidos se puede concluir que:

- El escenario 1 presenta flujos de caja positivos a partir del quinto año, teniendo en cuenta una inversión total cargada en el primer año y obligaciones financieras causadas al programa, por concepto de construcción del edificio y dotación de laboratorios. En este escenario las obligaciones financieras son canceladas completamente al finalizar el horizonte de planeación del proyecto, puesto que la financiación es a diez (10) años.
- El escenario 2 presenta flujos de caja positivos a partir del tercer año y no contempla obligaciones financieras causadas directamente al programa de Ingeniería Aeroespacial.
- El escenario 3 presenta flujos de caja positivos a partir del segundo año, teniendo en cuenta una distribución de inversión total de acuerdo a la Gráfica 19 y obligaciones financieras causadas al programa, por concepto de construcción del edificio y dotación de laboratorios. En este escenario las obligaciones financieras no son canceladas completamente al finalizar el horizonte de planeación del proyecto, puesto que la financiación es a diez (10) años.

De acuerdo con esto, se concluye que el escenario 2 es el más beneficioso para el proyecto, seguido del escenario 3 y finalmente el escenario 1.

### 3.5.4. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que los análisis realizados se fundamentan en información secundaria, se considera importante y se recomienda a la Escuela, desarrollar un estudio de factibilidad para conocer con información primaria la distribución de los ingresos, costos y gastos y su incidencia en los estados financieros del proyecto.

No obstante, el análisis muestra que el escenario 2 es el mejor de los tres (3) presentados, puesto que presenta un flujo de caja positivo a partir del quinto año de operación, una vez la primera cohorte se ha graduado, lo cual es congruente con otros estudios de pre factibilidad realizados en la Escuela sobre creación de programas académicos e incita la recomendación de continuar con los respectivos estudios para emprender el proyecto de “Creación del programa de Ingeniería Aeroespacial en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito”.

Así mismo, el patrimonio a través del horizonte de planeación, aumenta, lo cual soporta una vez más la recomendación del estudio de emprender el proyecto, puesto que traerá beneficios económicos para la Escuela.

### 3.5.5. Soportes de los análisis adelantados

Conservando la proporción de financiación del 70% recursos externos y 30% recursos propios, las condiciones del crédito y la amortización para el escenario 1 y el escenario 3 se presentan a continuación:

#### Escenario 1:

**Tabla 85. Condiciones del crédito y amortización escenario 1**

CONDICIONES DEL CRÉDITO				
Valor total de la inversión		7.500.000		
Recursos propios		2.250.000		
Valor a financiar		5.250.000		
Plazo total (años)		10		
Plazo con periodo de gracia (años)		8		
Tasa		10,00%		
Amortización		984.081		
AÑO	PRÉSTAMO	INTERESES	ABONO CAPITAL	CUOTA
2019	5.250.000	-	-	-
2020	5.250.000	525.000	-	525.000
2021	5.250.000	525.000	-	525.000
2022	4.790.919	525.000	459.081	984.081
2023	4.285.930	479.092	504.989	984.081
2024	3.730.442	428.593	555.488	984.081
2025	3.119.405	373.044	611.037	984.081
2026	2.447.264	311.940	672.141	984.081
2027	1.707.909	244.726	739.355	984.081
2028	894.619	170.791	813.290	984.081
2029	-	89.462	894.619	984.081

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

**Escenario 3:****Tabla 86. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 0**

<b>CONDICIONES DEL CRÉDITO</b>				
Valor total de la inversión		3.600.000		
Recursos propios		1.080.000		
Valor a financiar		2.520.000		
Plazo total (años)		10		
Plazo con periodo de gracia (años)		8		
Tasa		10,00%		
Amortización		472.359		
<b>AÑO</b>	<b>PRÉSTAMO</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ABONO CAPITAL</b>	<b>CUOTA</b>
2018	2.520.000			
2019	2.520.000	252.000	-	472.359
2020	2.520.000	252.000	-	252.000
2021	2.299.641	252.000	220.359	472.359
2022	2.057.246	229.964	242.395	472.359
2023	1.790.612	205.725	266.634	472.359
2024	1.497.314	179.061	293.298	472.359
2025	1.174.687	149.731	322.628	472.359
2026	819.796	117.469	354.890	472.359
2027	429.417	81.980	390.379	472.359
2028	-	42.942	429.417	472.359

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

**Tabla 87. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 2**

<b>CONDICIONES DEL CRÉDITO</b>				
Valor total de la inversión		1.700.000		
Recursos propios		510.000		
Valor a financiar		1.190.000		
Plazo total (años)		10		
Plazo con periodo de gracia (años)		8		
Tasa		10,00%		
Amortización		223.058		
<b>AÑO</b>	<b>PRÉSTAMO</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ABONO CAPITAL</b>	<b>CUOTA</b>
2020	1.190.000			
2021	1.190.000	119.000	-	223.058
2022	1.190.000	119.000	-	119.000
2023	1.085.942	119.000	104.058	223.058

<b>CONDICIONES DEL CRÉDITO</b>				
Valor total de la inversión		1.700.000		
Recursos propios		510.000		
Valor a financiar		1.190.000		
Plazo total (años)		10		
Plazo con periodo de gracia (años)		8		
Tasa		10,00%		
Amortización		223.058		
<b>AÑO</b>	<b>PRÉSTAMO</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ABONO CAPITAL</b>	<b>CUOTA</b>
2024	971.477	108.594	114.464	223.058
2025	845.567	97.148	125.911	223.058
2026	707.065	84.557	138.502	223.058
2027	554.713	70.707	152.352	223.058
2028	387.126	55.471	167.587	223.058
2029	202.780	38.713	184.346	223.058
2030	-	20.278	202.780	223.058

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

**Tabla 88. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 3**

<b>CONDICIONES DEL CRÉDITO</b>				
Valor total de la inversión		800.000		
Recursos propios		240.000		
Valor a financiar		560.000		
Plazo total (años)		10		
Plazo con periodo de gracia (años)		8		
Tasa		10,00%		
Amortización		104.969		
<b>AÑO</b>	<b>PRÉSTAMO</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ABONO CAPITAL</b>	<b>CUOTA</b>
2021	560.000			
2022	560.000	56.000	-	104.969
2023	560.000	56.000	-	56.000
2024	511.031	56.000	48.969	104.969
2025	457.166	51.103	53.866	104.969
2026	397.914	45.717	59.252	104.969
2027	332.736	39.791	65.177	104.969
2028	261.041	33.274	71.695	104.969
2029	182.177	26.104	78.865	104.969
2030	95.426	18.218	86.751	104.969
2031	-	9.543	95.426	104.969

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

**Tabla 89. Condiciones del crédito y amortización escenario 3 – año 4**

<b>CONDICIONES DEL CRÉDITO</b>				
Valor total de la inversión		1.400.000		
Recursos propios		420.000		
Valor a financiar		980.000		
Plazo total (años)		10		
Plazo con periodo de gracia (años)		8		
Tasa		10,00%		
Amortización		183.695		
<b>AÑO</b>	<b>PRÉSTAMO</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ABONO CAPITAL</b>	<b>CUOTA</b>
2022	980.000			
2023	980.000	98.000	-	183.695
2024	980.000	98.000	-	98.000
2025	894.305	98.000	85.695	183.695
2026	800.040	89.430	94.265	183.695
2027	696.349	80.004	103.691	183.695
2028	582.289	69.635	114.060	183.695
2029	456.823	58.229	125.466	183.695
2030	318.810	45.682	138.013	183.695
2031	166.996	31.881	151.814	183.695
2032	-	16.700	166.996	183.695

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

A continuación se presentan los estados financieros del proyecto para los tres (3) escenarios analizados.

to en pesos corrientes – escenario 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	575.700	1.269.638	2.013.816	2.901.965	3.976.466	4.750.277	5.431.320	6.296.102	7.124.930	8.121.745
	<b>575.700</b>	<b>1.269.638</b>	<b>2.013.816</b>	<b>2.901.965</b>	<b>3.976.466</b>	<b>4.750.277</b>	<b>5.431.320</b>	<b>6.296.102</b>	<b>7.124.930</b>	<b>8.121.745</b>
	635.208	678.594	725.017	774.690	827.839	884.710	945.561	1.010.671	1.080.340	1.154.885
	<b>350.381</b>	<b>374.312</b>	<b>399.919</b>	<b>427.319</b>	<b>456.636</b>	<b>488.006</b>	<b>521.571</b>	<b>557.486</b>	<b>595.915</b>	<b>637.035</b>
	-	52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028
	29.775	31.859	34.089	36.476	39.029	41.761	44.684	47.812	51.159	54.740
	24.604	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>675.000</b>	<b>722.250</b>	<b>772.808</b>	<b>826.904</b>	<b>884.787</b>	<b>946.722</b>	<b>1.012.993</b>	<b>1.083.902</b>	<b>1.159.776</b>	<b>1.240.960</b>
	15.600	16.692	17.860	19.111	20.448	21.880	23.411	25.050	26.804	28.680
	4.500	4.815	5.152	5.513	5.899	6.311	6.753	7.226	7.732	8.273
	172.710	184.800	197.736	211.577	226.388	242.235	259.191	277.335	296.748	317.520
	-	-	-	-	-	<b>11.220</b>	<b>12.005</b>	<b>12.846</b>	<b>13.745</b>	<b>14.707</b>
	32.866	35.167	37.628	40.262	43.081	46.096	49.323	52.776	56.470	60.423
	-	525.000	525.000	525.000	479.092	428.593	373.044	311.940	244.726	170.791
	-	-	-	459.081	504.989	555.488	611.037	672.141	739.355	813.290
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.940.644	2.626.423	2.771.759	3.386.350	3.552.746	3.742.009	3.933.300	4.137.982	4.356.992	4.591.332
	-1.364.944	-1.356.785	-757.944	-484.385	423.721	1.008.268	1.498.020	2.158.120	2.767.938	3.530.412
	<b>4.567.067</b>	<b>3.202.123</b>	<b>1.845.338</b>	<b>1.087.395</b>	<b>603.010</b>	<b>1.026.730</b>	<b>2.034.998</b>	<b>3.533.018</b>	<b>5.691.138</b>	<b>8.459.075</b>
067	3.202.123	1.845.338	1.087.395	603.010	1.026.730	2.034.998	3.533.018	5.691.138	8.459.075	11.989.488
<b>3.976</b>	<b>-1.364.944</b>	<b>-1.356.785</b>	<b>-757.944</b>	<b>-484.385</b>	<b>423.721</b>	<b>1.008.268</b>	<b>1.498.020</b>	<b>2.158.120</b>	<b>2.767.938</b>	<b>3.530.412</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 91. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 1**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ventas	-	575.700	1.269.638	2.013.816	2.901.965	3.976.466	4.750.277	5.431.320	6.296.102	7.124.930	8.121.745
<b>(=) UTILIDAD BRUTA</b>	-	<b>575.700</b>	<b>1.269.638</b>	<b>2.013.816</b>	<b>2.901.965</b>	<b>3.976.466</b>	<b>4.750.277</b>	<b>5.431.320</b>	<b>6.296.102</b>	<b>7.124.930</b>	<b>8.121.745</b>
Sueldos	-	635.208	678.594	725.017	774.690	827.839	884.710	945.561	1.010.671	1.080.340	1.154.885
Prestaciones	-	350.381	374.312	399.919	427.319	456.636	488.006	521.571	557.486	595.915	637.035
Cesantías	-	52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028	96.240
Imprevistos	-	29.775	31.859	34.089	36.476	39.029	41.761	44.684	47.812	51.159	54.740
Contratación y desarrollo	-	24.604	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento de laboratorios	-	675.000	722.250	772.808	826.904	884.787	946.722	1.012.993	1.083.902	1.159.776	1.240.960
Recursos Bibliográficos	-	15.600	16.692	17.860	19.111	20.448	21.880	23.411	25.050	26.804	28.680
Papelería	-	4.500	4.815	5.152	5.513	5.899	6.311	6.753	7.226	7.732	8.273
<i>Overhead</i>	-	172.710	184.800	197.736	211.577	226.388	242.235	259.191	277.335	296.748	317.520
Ceremonia Graduación	-	-	-	-	-	-	11.220	12.005	12.846	13.745	14.707
Publicidad Otros	-	32.866	35.167	37.628	40.262	43.081	46.096	49.323	52.776	56.470	60.423
<b>DEPRECIACIONES</b>	-	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>	<b>572.331</b>
Edificaciones	-	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
Muebles y Enseres	-	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331
Laboratorios	-	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000
<b>AMORTIZACIONES</b>	-	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>
Otros (Papelería y suscripción a revistas esp)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Registro MEN	-	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Software y Licencias	-	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600
Estudios pre factibilidad, factibilidad y ambientales	-	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790
Salarios en la ejecución	-	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975
Publicidad - eventos especiales	-	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
<b>TOTAL OPEX</b>	-	<b>2.656.073</b>	<b>2.767.534</b>	<b>2.913.124</b>	<b>3.068.904</b>	<b>3.235.589</b>	<b>3.425.163</b>	<b>3.616.786</b>	<b>3.821.823</b>	<b>4.041.212</b>	<b>4.275.959</b>
<b>(=) EBIT</b>	-	<b>-2.080.373</b>	<b>-1.497.896</b>	<b>-899.308</b>	<b>-166.939</b>	<b>740.877</b>	<b>1.325.114</b>	<b>1.814.535</b>	<b>2.474.279</b>	<b>3.083.717</b>	<b>3.845.786</b>
GMF	-	7.974	8.420	9.003	9.626	10.292	11.051	11.817	12.637	13.515	14.454
(-) EGRESO FINANCIERO	-	-	525.000	525.000	525.000	479.092	428.593	373.044	311.940	244.726	170.791
<b>(=) UTILIDAD/PERDIDA NETA</b>	-	<b>-2.080.373</b>	<b>-2.022.896</b>	<b>-1.424.308</b>	<b>-691.939</b>	<b>261.785</b>	<b>896.521</b>	<b>1.441.490</b>	<b>2.162.339</b>	<b>2.838.991</b>	<b>3.674.995</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 92. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 1**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ACTIVOS</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Caja & Equivalentes	4.567.067	3.202.123	1.845.338	1.087.395	603.010	1.026.730	2.034.998	3.533.018	5.691.138	8.459.075	11.989.488
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>4.567.067</b>	<b>3.202.123</b>	<b>1.845.338</b>	<b>1.087.395</b>	<b>603.010</b>	<b>1.026.730</b>	<b>2.034.998</b>	<b>3.533.018</b>	<b>5.691.138</b>	<b>8.459.075</b>	<b>11.989.488</b>
Propiedad Planta & Equipo	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310	7.523.310
(-) Depreciación Acumulada	-	-572.331	-1.144.662	-1.716.993	-2.289.324	-2.861.655	-3.433.986	-4.006.317	-4.578.648	-5.150.979	-5.723.310
<b>TOTAL ACTIVO FIJOS</b>	<b>7.523.310</b>	<b>6.950.979</b>	<b>6.378.648</b>	<b>5.806.317</b>	<b>5.233.986</b>	<b>4.661.655</b>	<b>4.089.324</b>	<b>3.516.993</b>	<b>2.944.662</b>	<b>2.372.331</b>	<b>1.800.000</b>
Activos Diferidos	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599
(-) Amortización Acumulada	-	-90.165	-180.329	-270.494	-360.659	-450.824	-540.988	-631.153	-721.318	-811.482	-901.647
<b>TOTAL OTROS ACTIVOS</b>	<b>963.599</b>	<b>873.434</b>	<b>783.270</b>	<b>693.105</b>	<b>602.940</b>	<b>512.776</b>	<b>422.611</b>	<b>332.446</b>	<b>242.281</b>	<b>152.117</b>	<b>61.952</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>13.053.976</b>	<b>11.026.536</b>	<b>9.007.256</b>	<b>7.586.817</b>	<b>6.439.936</b>	<b>6.201.161</b>	<b>6.546.933</b>	<b>7.382.457</b>	<b>8.878.081</b>	<b>10.983.523</b>	<b>13.851.440</b>
<b>PASIVOS</b>											
Cesantías x Pagar		52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028	96.240
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>-</b>	<b>52.934</b>	<b>56.550</b>	<b>60.418</b>	<b>64.557</b>	<b>68.987</b>	<b>73.726</b>	<b>78.797</b>	<b>84.223</b>	<b>90.028</b>	<b>96.240</b>
Préstamos Bancarios LP	5.250.000	5.250.000	5.250.000	5.250.000	4.790.919	4.285.930	3.730.442	3.119.405	2.447.264	1.707.909	894.619
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>5.250.000</b>	<b>5.250.000</b>	<b>5.250.000</b>	<b>5.250.000</b>	<b>4.790.919</b>	<b>4.285.930</b>	<b>3.730.442</b>	<b>3.119.405</b>	<b>2.447.264</b>	<b>1.707.909</b>	<b>894.619</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>5.250.000</b>	<b>5.302.934</b>	<b>5.306.550</b>	<b>5.310.418</b>	<b>4.855.476</b>	<b>4.354.916</b>	<b>3.804.167</b>	<b>3.198.201</b>	<b>2.531.487</b>	<b>1.797.938</b>	<b>990.860</b>
<b>PATRIMONIO</b>											
Capital	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976	7.803.976
Reserva Legal		-	-	-	-	26.178	115.831	259.980	476.214	760.113	1.127.612
Utilidades Retenidas		-	-2.080.373	-4.103.269	-5.527.577	-6.245.695	-6.073.562	-5.321.190	-4.095.933	-2.217.494	253.998
Utilidad/Pérdida Neta		-2.080.373	-2.022.896	-1.424.308	-691.939	261.785	896.521	1.441.490	2.162.339	2.838.991	3.674.995
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>7.803.976</b>	<b>5.723.602</b>	<b>3.700.707</b>	<b>2.276.399</b>	<b>1.584.459</b>	<b>1.846.244</b>	<b>2.742.765</b>	<b>4.184.256</b>	<b>6.346.595</b>	<b>9.185.585</b>	<b>12.860.580</b>
<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>	<b>13.053.976</b>	<b>11.026.536</b>	<b>9.007.256</b>	<b>7.586.817</b>	<b>6.439.936</b>	<b>6.201.161</b>	<b>6.546.933</b>	<b>7.382.457</b>	<b>8.878.081</b>	<b>10.983.523</b>	<b>13.851.440</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 93. Flujo de Caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 2**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>INGRESOS DE CAJA</b>											
Ingresos operacionales	-	575.700	1.269.638	2.013.816	2.901.965	3.976.466	4.750.277	5.431.320	6.296.102	7.124.930	8.121.745
<b>TOTAL INGRESOS DE CAJA</b>	-	<b>575.700</b>	<b>1.269.638</b>	<b>2.013.816</b>	<b>2.901.965</b>	<b>3.976.466</b>	<b>4.750.277</b>	<b>5.431.320</b>	<b>6.296.102</b>	<b>7.124.930</b>	<b>8.121.745</b>
<b>EGRESOS DE CAJA</b>											
Cargo (Empleado)	-	635.208	678.594	725.017	774.690	827.839	884.710	945.561	1.010.671	1.080.340	1.154.885
Prestaciones	-	<b>350.381</b>	<b>374.312</b>	<b>399.919</b>	<b>427.319</b>	<b>456.636</b>	<b>488.006</b>	<b>521.571</b>	<b>557.486</b>	<b>595.915</b>	<b>637.035</b>
Cesantías	-	-	52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028
Imprevistos	-	29.775	31.859	34.089	36.476	39.029	41.761	44.684	47.812	51.159	54.740
Contratación y desarrollo	-	24.604	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento de laboratorios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recursos Bibliográficos	-	15.600	16.692	17.860	19.111	20.448	21.880	23.411	25.050	26.804	28.680
Papelería	-	4.500	4.815	5.152	5.513	5.899	6.311	6.753	7.226	7.732	8.273
<i>Overhead</i>	-	172.710	184.800	197.736	211.577	226.388	242.235	259.191	277.335	296.748	317.520
Ceremonia Graduación	-	-	-	-	-	-	<b>11.220</b>	<b>12.005</b>	<b>12.846</b>	<b>13.745</b>	<b>14.707</b>
Publicidad Otros	-	32.866	35.167	37.628	40.262	43.081	46.096	49.323	52.776	56.470	60.423
Egreso Financiero (Intereses)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Préstamo Bancario (K)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pago de Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL EGRESOS DE CAJA</b>	-	1.265.644	1.379.173	1.473.952	1.575.365	1.683.877	1.811.205	1.936.226	2.069.999	2.213.135	2.366.291
<b>FLUJO DE CAJA</b>		-689.944	-109.535	539.864	1.326.600	2.292.589	2.939.071	3.495.094	4.226.103	4.911.794	5.755.454
(+) SALDO INICIAL DE CAJA		<b>2.644.817</b>	<b>1.954.873</b>	<b>1.845.338</b>	<b>2.385.202</b>	<b>3.711.802</b>	<b>6.004.391</b>	<b>8.943.463</b>	<b>12.438.557</b>	<b>16.664.660</b>	<b>21.576.454</b>
(=) SALDO FINAL DE CAJA	2.644.817	1.954.873	1.845.338	2.385.202	3.711.802	6.004.391	8.943.463	12.438.557	16.664.660	21.576.454	27.331.908
<b>Valor Inicial Inversión</b>	<b>-3.631.726</b>	<b>-689.944</b>	<b>-109.535</b>	<b>539.864</b>	<b>1.326.600</b>	2.292.589	2.939.071	3.495.094	4.226.103	4.911.794	5.755.454

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 94. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 2**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>PyG Proyectado</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Ventas	-	575.700	1.269.638	2.013.816	2.901.965	3.976.466	4.750.277	5.431.320	6.296.102	7.124.930	8.121.745
<b>(=) UTILIDAD BRUTA</b>	-	<b>575.700</b>	<b>1.269.638</b>	<b>2.013.816</b>	<b>2.901.965</b>	<b>3.976.466</b>	<b>4.750.277</b>	<b>5.431.320</b>	<b>6.296.102</b>	<b>7.124.930</b>	<b>8.121.745</b>
Sueldos	-	635.208	678.594	725.017	774.690	827.839	884.710	945.561	1.010.671	1.080.340	1.154.885
Prestaciones	-	350.381	374.312	399.919	427.319	456.636	488.006	521.571	557.486	595.915	637.035
cesantías	-	52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028	96.240
Imprevistos	-	29.775	31.859	34.089	36.476	39.029	41.761	44.684	47.812	51.159	54.740
Contratación y desarrollo	-	24.604	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento de laboratorios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recursos Bibliográficos	-	15.600	16.692	17.860	19.111	20.448	21.880	23.411	25.050	26.804	28.680
Papelería	-	4.500	4.815	5.152	5.513	5.899	6.311	6.753	7.226	7.732	8.273
<i>Overhead</i>	-	172.710	184.800	197.736	211.577	226.388	242.235	259.191	277.335	296.748	317.520
Ceremonia Graduación	-	-	-	-	-	-	11.220	12.005	12.846	13.745	14.707
Publicidad Otros	-	32.866	35.167	37.628	40.262	43.081	46.096	49.323	52.776	56.470	60.423
<b>DEPRECIACIONES</b>	-	<b>2.331</b>									
Edificaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muebles y Enseres	-	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331
Laboratorios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>AMORTIZACIONES</b>	-	<b>90.165</b>									
Otros (Papelería y suscripción a revistas esp)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Registro MEN	-	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Software y Licencias	-	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600
Estudios pre factibilidad, factibilidad y ambientales	-	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790
Salarios en la ejecución	-	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975
Publicidad - eventos especiales	-	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
<b>TOTAL OPEX</b>	-	<b>1.411.073</b>	<b>1.475.284</b>	<b>1.570.316</b>	<b>1.672.000</b>	<b>1.780.802</b>	<b>1.908.440</b>	<b>2.033.793</b>	<b>2.167.920</b>	<b>2.311.437</b>	<b>2.464.999</b>
<b>(=) EBIT</b>	-	<b>- 835.373</b>	<b>-205.646</b>	<b>443.500</b>	<b>1.229.965</b>	<b>2.195.664</b>	<b>2.841.837</b>	<b>3.397.527</b>	<b>4.128.182</b>	<b>4.813.493</b>	<b>5.656.746</b>
GMF	-	5.274	5.531	5.911	6.318	6.753	7.264	7.765	8.302	8.876	9.490
<b>(-) EGRESO FINANCIERO</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>(=) UTILIDAD/PERDIDA NETA</b>	-	<b>-835.373</b>	<b>-205.646</b>	<b>443.500</b>	<b>1.229.965</b>	<b>2.195.664</b>	<b>2.841.837</b>	<b>3.397.527</b>	<b>4.128.182</b>	<b>4.813.493</b>	<b>5.656.746</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 95. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 2**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ACTIVOS</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Caja & Equivalentes	2.644.817	1.954.873	1.845.338	2.385.202	3.711.802	6.004.391	8.943.463	12.438.557	16.664.660	21.576.454	27.331.908
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>2.644.817</b>	<b>1.954.873</b>	<b>1.845.338</b>	<b>2.385.202</b>	<b>3.711.802</b>	<b>6.004.391</b>	<b>8.943.463</b>	<b>12.438.557</b>	<b>16.664.660</b>	<b>21.576.454</b>	<b>27.331.908</b>
Propiedad Planta & Equipo	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310
(-) Depreciación Acumulada	-	-2.331	-4.662	-6.993	-9.324	-11.655	-13.986	-16.317	-18.648	-20.979	-23.310
<b>TOTAL ACTIVO FIJOS</b>	<b>23.310</b>	<b>20.979</b>	<b>18.648</b>	<b>16.317</b>	<b>13.986</b>	<b>11.655</b>	<b>9.324</b>	<b>6.993</b>	<b>4.662</b>	<b>2.331</b>	<b>-</b>
Activos Diferidos	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599
(-) Amortización Acumulada	-	-90.165	-180.329	-270.494	-360.659	-450.824	-540.988	-631.153	-721.318	-811.482	-901.647
<b>TOTAL OTROS ACTIVOS</b>	<b>963.599</b>	<b>873.434</b>	<b>783.270</b>	<b>693.105</b>	<b>602.940</b>	<b>512.776</b>	<b>422.611</b>	<b>332.446</b>	<b>242.281</b>	<b>152.117</b>	<b>61.952</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>3.631.726</b>	<b>2.849.286</b>	<b>2.647.256</b>	<b>3.094.624</b>	<b>4.328.728</b>	<b>6.528.822</b>	<b>9.375.397</b>	<b>12.777.996</b>	<b>16.911.603</b>	<b>21.730.902</b>	<b>27.393.860</b>
<b>PASIVOS</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
cesantías x Pagar		52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028	96.240
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>-</b>	<b>52.934</b>	<b>56.550</b>	<b>60.418</b>	<b>64.557</b>	<b>68.987</b>	<b>73.726</b>	<b>78.797</b>	<b>84.223</b>	<b>90.028</b>	<b>96.240</b>
Préstamos Bancarios LP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>							
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>-</b>	<b>52.934</b>	<b>56.550</b>	<b>60.418</b>	<b>64.557</b>	<b>68.987</b>	<b>73.726</b>	<b>78.797</b>	<b>84.223</b>	<b>90.028</b>	<b>96.240</b>
<b>PATRIMONIO</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Capital	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726	3.631.726
Reserva Legal		-	-	44.350	167.346	386.913	671.096	1.010.849	1.423.667	1.905.017	2.470.691
Utilidades Retenidas		-	-835.373	-1.085.369	-764.866	245.532	2.157.013	4.659.097	7.643.806	11.290.638	15.538.457
Utilidad/Pérdida Neta		-835.373	-205.646	443.500	1.229.965	2.195.664	2.841.837	3.397.527	4.128.182	4.813.493	5.656.746
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>3.631.726</b>	<b>2.796.352</b>	<b>2.590.707</b>	<b>3.034.206</b>	<b>4.264.171</b>	<b>6.459.835</b>	<b>9.301.672</b>	<b>12.699.199</b>	<b>16.827.381</b>	<b>21.640.874</b>	<b>27.297.620</b>
<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>	<b>3.631.726</b>	<b>2.849.286</b>	<b>2.647.256</b>	<b>3.094.624</b>	<b>4.328.728</b>	<b>6.528.822</b>	<b>9.375.397</b>	<b>12.777.996</b>	<b>16.911.603</b>	<b>21.730.902</b>	<b>27.393.860</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 96. Flujo de caja del proyecto en pesos corrientes – escenario 3**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INGRESOS DE CAJA</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Ingresos Operacionales	-	575.700	1.269.638	2.013.816	2.901.965	3.976.466	4.750.277	5.431.320	6.296.102	7.124.930	8.121.745
Prestamos Bancario	-	-	1.190.000	560.000	980.000	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL INGRESOS DE CAJA</b>	<b>-</b>	<b>575.700</b>	<b>2.459.638</b>	<b>2.573.816</b>	<b>3.881.965</b>	<b>3.976.466</b>	<b>4.750.277</b>	<b>5.431.320</b>	<b>6.296.102</b>	<b>7.124.930</b>	<b>8.121.745</b>
<b>EGRESOS DE CAJA</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Cargo (Empleado)	-	635.208	678.594	725.017	774.690	827.839	884.710	945.561	1.010.671	1.080.340	1.154.885
Prestaciones	-	<b>350.381</b>	<b>374.312</b>	<b>399.919</b>	<b>427.319</b>	<b>456.636</b>	<b>488.006</b>	<b>521.571</b>	<b>557.486</b>	<b>595.915</b>	<b>637.035</b>
Cesantías	-	-	52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028
Imprevistos	-	29.775	31.859	34.089	36.476	39.029	41.761	44.684	47.812	51.159	54.740
Contratación y desarrollo	-	24.604	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento de laboratorios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recursos Bibliográficos	-	15.600	16.692	17.860	19.111	20.448	21.880	23.411	25.050	26.804	28.680
Papelería	-	4.500	4.815	5.152	5.513	5.899	6.311	6.753	7.226	7.732	8.273
<i>Overhead</i>	-	172.710	184.800	197.736	211.577	226.388	242.235	259.191	277.335	296.748	317.520
Ceremonia Graduación	-	-	-	-	-	-	<b>11.220</b>	<b>12.005</b>	<b>12.846</b>	<b>13.745</b>	<b>14.707</b>
Publicidad Otros	-	32.866	35.167	37.628	40.262	43.081	46.096	49.323	52.776	56.470	60.423
Egreso Financiero (Intereses)	-	252.000	252.000	371.000	404.964	478.725	441.655	395.982	337.172	272.482	201.322
Préstamo Bancario (K)	-	-	-	220.359	242.395	370.693	456.731	588.099	646.909	711.600	782.759
Pago de Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL EGRESOS DE CAJA</b>	<b>-</b>	<b>1.517.644</b>	<b>1.631.173</b>	<b>2.065.311</b>	<b>2.222.724</b>	<b>2.533.294</b>	<b>2.709.591</b>	<b>2.920.307</b>	<b>3.054.080</b>	<b>3.197.216</b>	<b>3.350.372</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>		<b>-941.944</b>	<b>828.465</b>	<b>508.505</b>	<b>1.659.241</b>	<b>1.443.172</b>	<b>2.040.685</b>	<b>2.511.013</b>	<b>3.242.022</b>	<b>3.927.713</b>	<b>4.771.372</b>
(+) SALDO INICIAL DE CAJA		<b>3.148.817</b>	<b>2.206.873</b>	<b>3.035.338</b>	<b>3.543.843</b>	<b>5.203.084</b>	<b>6.646.256</b>	<b>8.686.941</b>	<b>11.197.954</b>	<b>14.439.977</b>	<b>18.367.690</b>
(=) SALDO FINAL DE CAJA	3.148.817	2.206.873	3.035.338	3.543.843	5.203.084	6.646.256	8.686.941	11.197.954	14.439.977	18.367.690	23.139.062
<b>Valor Inicial Inversión</b>	<b>- 4.135.726</b>	<b>-941.944</b>	<b>828.465</b>	<b>508.505</b>	<b>1.659.241</b>	1.443.172	2.040.685	2.511.013	3.242.022	3.927.713	4.771.372

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

Tabla 97. Estado de resultados del proyecto en pesos corrientes – escenario 3

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>PyG Proyectado</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Ventas	-	575.700	1.269.638	2.013.816	2.901.965	3.976.466	4.750.277	5.431.320	6.296.102	7.124.930	8.121.745
<b>(=) UTILIDAD BRUTA</b>	-	<b>575.700</b>	<b>1.269.638</b>	<b>2.013.816</b>	<b>2.901.965</b>	<b>3.976.466</b>	<b>4.750.277</b>	<b>5.431.320</b>	<b>6.296.102</b>	<b>7.124.930</b>	<b>8.121.745</b>
Sueldos	-	635.208	678.594	725.017	774.690	827.839	884.710	945.561	1.010.671	1.080.340	1.154.885
Prestaciones	-	350.381	374.312	399.919	427.319	456.636	488.006	521.571	557.486	595.915	637.035
Cesantías	-	52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028	96.240
Imprevistos	-	29.775	31.859	34.089	36.476	39.029	41.761	44.684	47.812	51.159	54.740
Contratación y desarrollo	-	24.604	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento de laboratorios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recursos Bibliográficos	-	15.600	16.692	17.860	19.111	20.448	21.880	23.411	25.050	26.804	28.680
Papelería	-	4.500	4.815	5.152	5.513	5.899	6.311	6.753	7.226	7.732	8.273
<i>Overhead</i>	-	172.710	184.800	197.736	211.577	226.388	242.235	259.191	277.335	296.748	317.520
Ceremonia Graduación	-	-	-	-	-	-	11.220	12.005	12.846	13.745	14.707
Publicidad Otros	-	32.866	35.167	37.628	40.262	43.081	46.096	49.323	52.776	56.470	60.423
<b>DEPRECIACIONES</b>	-	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>	<b>2.331</b>
Edificaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muebles y Enseres	-	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331	2.331
Laboratorios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>AMORTIZACIONES</b>	-	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>	<b>90.165</b>
Otros (Papelería y suscripción a revistas esp)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Registro MEN	-	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Software y Licencias	-	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600	4.600
Estudios pre factibilidad, factibilidad y ambientales	-	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790	34.790
Salarios en la ejecución	-	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975	40.975
Publicidad - eventos especiales	-	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
<b>TOTAL OPEX</b>	-	<b>1.411.073</b>	<b>1.475.284</b>	<b>1.570.316</b>	<b>1.672.000</b>	<b>1.780.802</b>	<b>1.908.440</b>	<b>2.033.793</b>	<b>2.167.920</b>	<b>2.311.437</b>	<b>2.464.999</b>
<b>(=) EBIT</b>	-	<b>- 835.373</b>	<b>-205.646</b>	<b>443.500</b>	<b>1.229.965</b>	<b>2.195.664</b>	<b>2.841.837</b>	<b>3.397.527</b>	<b>4.128.182</b>	<b>4.813.493</b>	<b>5.656.746</b>
GMF	-	5.274	5.531	5.911	6.318	6.753	7.264	7.765	8.302	8.876	9.490
<b>(-) EGRESO FINANCIERO</b>	-	<b>252.000</b>	<b>252.000</b>	<b>371.000</b>	<b>404.964</b>	<b>478.725</b>	<b>441.655</b>	<b>395.982</b>	<b>337.172</b>	<b>272.482</b>	<b>201.322</b>
<b>(=) UTILIDAD/PERDIDA NETA</b>	-	<b>- 1.087.373</b>	<b>- 457.646</b>	<b>72.500</b>	<b>825.001</b>	<b>1.716.939</b>	<b>2.400.181</b>	<b>3.001.545</b>	<b>3.791.009</b>	<b>4.541.011</b>	<b>5.455.424</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

**Tabla 98. Balance general del proyecto en pesos corrientes – escenario 3**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ACTIVOS</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Caja & Equivalentes	3.148.817	2.206.873	3.035.338	3.543.843	5.203.084	6.646.256	8.686.941	11.197.954	14.439.977	18.367.690	23.139.062
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>3.148.817</b>	<b>2.206.873</b>	<b>3.035.338</b>	<b>3.543.843</b>	<b>5.203.084</b>	<b>6.646.256</b>	<b>8.686.941</b>	<b>11.197.954</b>	<b>14.439.977</b>	<b>18.367.690</b>	<b>23.139.062</b>
Propiedad Planta & Equipo	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310	23.310
(-) Depreciación Acumulada	-	-2.331	-4.662	-6.993	-9.324	-11.655	-13.986	-16.317	-18.648	-20.979	-23.310
<b>TOTAL ACTIVO FIJOS</b>	<b>23.310</b>	<b>20.979</b>	<b>18.648</b>	<b>16.317</b>	<b>13.986</b>	<b>11.655</b>	<b>9.324</b>	<b>6.993</b>	<b>4.662</b>	<b>2.331</b>	<b>-</b>
Activos Diferidos	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599	963.599
(-) Amortización Acumulada	-	-90.165	-180.329	-270.494	-360.659	-450.824	-540.988	-631.153	-721.318	-811.482	-901.647
<b>TOTAL OTROS ACTIVOS</b>	<b>963.599</b>	<b>873.434</b>	<b>783.270</b>	<b>693.105</b>	<b>602.940</b>	<b>512.776</b>	<b>422.611</b>	<b>332.446</b>	<b>242.281</b>	<b>152.117</b>	<b>61.952</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>4.135.726</b>	<b>3.101.286</b>	<b>3.837.256</b>	<b>4.253.265</b>	<b>5.820.011</b>	<b>7.170.686</b>	<b>9.118.876</b>	<b>11.537.394</b>	<b>14.686.920</b>	<b>18.522.138</b>	<b>23.201.014</b>
<b>PASIVO Y PATRIMONIO</b>											
Cesantías x Pagar		52.934	56.550	60.418	64.557	68.987	73.726	78.797	84.223	90.028	96.240
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>-</b>	<b>52.934</b>	<b>56.550</b>	<b>60.418</b>	<b>64.557</b>	<b>68.987</b>	<b>73.726</b>	<b>78.797</b>	<b>84.223</b>	<b>90.028</b>	<b>96.240</b>
Préstamos Bancarios LP	2.520.000	2.520.000	3.710.000	4.049.641	4.787.246	4.416.554	3.959.823	3.371.724	2.724.816	2.013.216	1.230.456
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>2.520.000</b>	<b>2.520.000</b>	<b>3.710.000</b>	<b>4.049.641</b>	<b>4.787.246</b>	<b>4.416.554</b>	<b>3.959.823</b>	<b>3.371.724</b>	<b>2.724.816</b>	<b>2.013.216</b>	<b>1.230.456</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>2.520.000</b>	<b>2.572.934</b>	<b>3.766.550</b>	<b>4.110.059</b>	<b>4.851.804</b>	<b>4.485.540</b>	<b>4.033.549</b>	<b>3.450.521</b>	<b>2.809.038</b>	<b>2.103.244</b>	<b>1.326.697</b>
<b>PATRIMONIO</b>											
Capital	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726	1.615.726
Reserva Legal		-	-	7.250	89.750	261.444	501.462	801.617	1.180.718	1.634.819	2.180.361
Utilidades Retenidas		-	-1.087.373	-1.552.269	-1.562.270	-908.963	567.958	2.667.985	5.290.429	8.627.338	12.622.807
Utilidad/Pérdida Neta		-1.087.373	-457.646	72.500	825.001	1.716.939	2.400.181	3.001.545	3.791.009	4.541.011	5.455.424
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>1.615.726</b>	<b>528.352</b>	<b>70.707</b>	<b>143.206</b>	<b>968.207</b>	<b>2.685.146</b>	<b>5.085.327</b>	<b>8.086.873</b>	<b>11.877.882</b>	<b>16.418.893</b>	<b>21.874.318</b>
<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>	<b>4.135.726</b>	<b>3.101.286</b>	<b>3.837.256</b>	<b>4.253.265</b>	<b>5.820.011</b>	<b>7.170.686</b>	<b>9.118.876</b>	<b>11.537.394</b>	<b>14.686.920</b>	<b>18.522.138</b>	<b>23.201.014</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

## 4. EVALUACIÓN FINANCIERA

### 4.1. Generalidades

La evaluación de un proyecto es una herramienta útil para la toma de decisión por parte de los *stakeholders* o inversionistas sobre invertir o no en un proyecto. Hacen parte de la evaluación de un proyecto la evaluación financiera, la evaluación económica y la evaluación social.

El presente estudio desarrolla únicamente la evaluación financiera del proyecto, entendiéndose como el proceso de determinar si los ingresos están en capacidad de cubrir la totalidad de los costos y gastos identificados en un proyecto. Es así, como esta evaluación permite conocer la viabilidad financiera, a nivel de pre factibilidad, del proyecto estudiado.

En primer lugar, se definieron los parámetros y criterios de evaluación financiera con el objetivo de determinar la viabilidad del proyecto.

Posteriormente, se realizó la identificación de las variables críticas que afectan la operación y se efectuó un análisis de sensibilidad para dichas variables.

### 4.2. Hallazgos

A continuación, se presentan los hallazgos para el desarrollo de la evaluación financiera del proyecto.

#### 4.2.1. Marco de referencia

##### 4.2.1.1. Alcance, bases y antecedentes

El alcance de la presente evaluación financiera es juzgar la capacidad del proyecto para generar valor para los inversionistas, en este caso, la Escuela. Es pertinente determinar, a través de esta evaluación, la capacidad financiera del proyecto y la rentabilidad del capital propio invertido en el proyecto.

##### 4.2.1.2. Supuestos, parámetros y criterios

Para la evaluación financiera se consideran los supuestos establecidos en el estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento, expuestos en la Tabla 72.

Los parámetros a utilizar en la evaluación financiera son:

- **Valor Presente Neto (VPN):** este parámetro se calcula sobre el flujo de caja y permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Representa el dinero equivalente de hoy que debe ser invertido para asegurar la misma suma en el futuro.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** es la medida porcentual de los rendimientos futuros esperados por una inversión realizada. También se define como el valor de

la tasa de descuento que hace que el Valor Presente Neto sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

- **Relación Beneficio Costo (B/C):** es la relación entre el entre el valor presente de todos los ingresos o beneficios sobre el valor presente de todos los egresos o costos, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se invierte en el proyecto.

Los criterios de aceptación para definir la viabilidad financiera del proyecto con los parámetros expuestos, son:

- $VPN > 0$ : el resultado del cálculo del valor presente neto debe ser mayor a cero, lo cual significa que el proyecto genera valor.
- $TIR > \text{Tasa de descuento}$ : el valor calculado de la Tasa Interna de Retorno debe ser mayor a la tasa de descuento del inversionista para garantizar que obtenga más de lo esperado. La tasa de descuento comparativa será la de la Escuela, indicada en la Tabla 72.
- $B/C > 1$ : indica que los beneficios del proyecto son mayores que los costos y, por lo tanto, el proyecto está generando valor y rentabilidad.

### 4.3. Análisis realizados

#### 4.3.1. Flujo de caja financiero

A continuación se presenta el flujo de caja para los tres (3) escenarios del proyecto analizados.

Tabla 99. Flujo de caja del proyecto por escenario analizado

	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
AÑO	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA
0	-13.053.976	-3.631.726	-4.135.726
1	-1.364.944	-689.944	-941.944
2	-1.356.785	-109.535	828.465
3	-757.944	539.864	508.505
4	-484.385	1.326.600	1.659.241
5	423.721	2.292.589	1.443.172
6	1.008.268	2.939.071	2.040.685
7	1.498.020	3.495.094	2.511.013
8	2.158.120	4.226.103	3.242.022
9	2.767.938	4.911.794	3.927.713
10	3.530.412	5.755.454	4.771.372

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

### 4.3.2. Cálculo del WACC

Teniendo en cuenta la estructura del pasivo y del patrimonio se determinó, para cada escenario, la *WACC (Weighted Average Cost of Capital)*, también denominada Costo Promedio Ponderado del Capital.

La tasa esperada de la Escuela, fue calculada mediante el modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), también conocido como el Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros. La información del modelo CAPM fue obtenida el 26 de marzo de 2018 en los portales financieros *Trading Economics* y *Damodaran*.

#### Ecuación 4. Costo del patrimonio - modelo CAPM

$$K_e = R_f + ((R_m - R_f) * Beta)$$

Tabla 100. Tasa esperada de la Escuela

TASA DE OPORTUNIDAD METODOLOGIA CAPM	VALOR	FUENTE
Tasa Libre de Riesgo (eeuu)	2,87%	TRADING ECONOMICS
Beta (según Industria) = Retail	0,89	DAMODARAN
Prima de Riesgo Mdo (eeuu) (Rm - Rf)	5,08%	
Costo del patrimonio en dólares	7,39%	
Inflación Colombia	3,68%	TRADING ECONOMICS
Inflación EEUU	2,10%	TRADING ECONOMICS
Devaluación Paridad Cambiaria	1,55%	
<b>Costo del patrimonio re expresado en COP</b>	<b>9,05%</b>	
Prima Riesgo de Mercado (Colombia)	7,27%	TRADING ECONOMICS
<b>COSTO DEL PATRIMONIO</b>	<b>16,32%</b>	

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

#### Escenario 1:

Tabla 101. WACC – escenario 1

ESTRUCTURA	VALOR	% PART	TASA ESPERADA	PONDERACIÓN
PASIVO	5.250.000	61,86%	10,00%	6,19%
PATRIMONIO	3.236.909	38,14%	16,32%	6,23%
TOTAL ACTIVO	8.486.909	100,00%	<b>WACC</b>	<b>12,41%</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

## Escenario 2:

Tabla 102. WACC – escenario 2

ESTRUCTURA	VALOR	% PART	TASA ESPERADA	PONDERACIÓN
PASIVO	-	0,00%	10,00%	0,00%
PATRIMONIO	986.909	100,00%	16,32%	16,32%
TOTAL ACTIVO	986.909	100,00%	<b>WACC</b>	<b>16,32%</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

## Escenario 3:

Tabla 103. WACC – escenario 3

ESTRUCTURA	VALOR	% PART	TASA ESPERADA	PONDERACIÓN
PASIVO	5.250.000	61,86%	10,00%	6,19%
PATRIMONIO	3.236.909	38,14%	16,32%	6,23%
TOTAL ACTIVO	8.486.909	100,00%	<b>WACC</b>	<b>12,41%</b>

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

### 4.3.2.1. Estimación de parámetros de evaluación y aplicación de los criterios correspondientes

A partir de los flujos de caja de los escenarios, se estimaron los parámetros de evaluación presentados en la Tabla 104.

Tabla 104. Indicadores financieros del proyecto

INDICADOR	RESULTADO		
	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
<b>WACC</b>	12,41%	16,32%	12,41%
<b>TIR</b>	-0,99%	24,14%	20,73%
<b>VPN</b>	-11.874.751	4.026.615	4.124.307

Fuente: elaboración propia. \* Valores en miles de pesos

### 4.3.2.2. Análisis de sensibilidad (*what if*)

Teniendo en cuenta las conclusiones del estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento, donde se identificó el escenario 2 como el más beneficioso para el proyecto, se identificaron tres (3) variables que se consideran de gran influencia en los análisis financieros y sus resultados:

- Número de estudiantes
- Valor de la matrícula
- *Overhead*

El número de estudiantes matriculados y los ingresos por matrícula son la fuente principal de ingreso, por lo que se seleccionaron las dos variables relacionadas con este rubro, y el *overhead* fue incluido por estar relacionado directamente con la operación del producto del proyecto y ejercer influencia en el flujo de efectivos y, por ende, los indicadores financieros.

A continuación, se describe el análisis de cada variable en detalle:

- **Análisis de sensibilidad – Número de estudiantes**

Para el análisis de sensibilidad del número de estudiantes se realizaron variaciones porcentuales cada 10 puntos de esta variable (incluye número de inscritos y matriculados), entre -30% y +30% con el fin de identificar el comportamiento de los indicadores financieros en el flujo del proyecto.

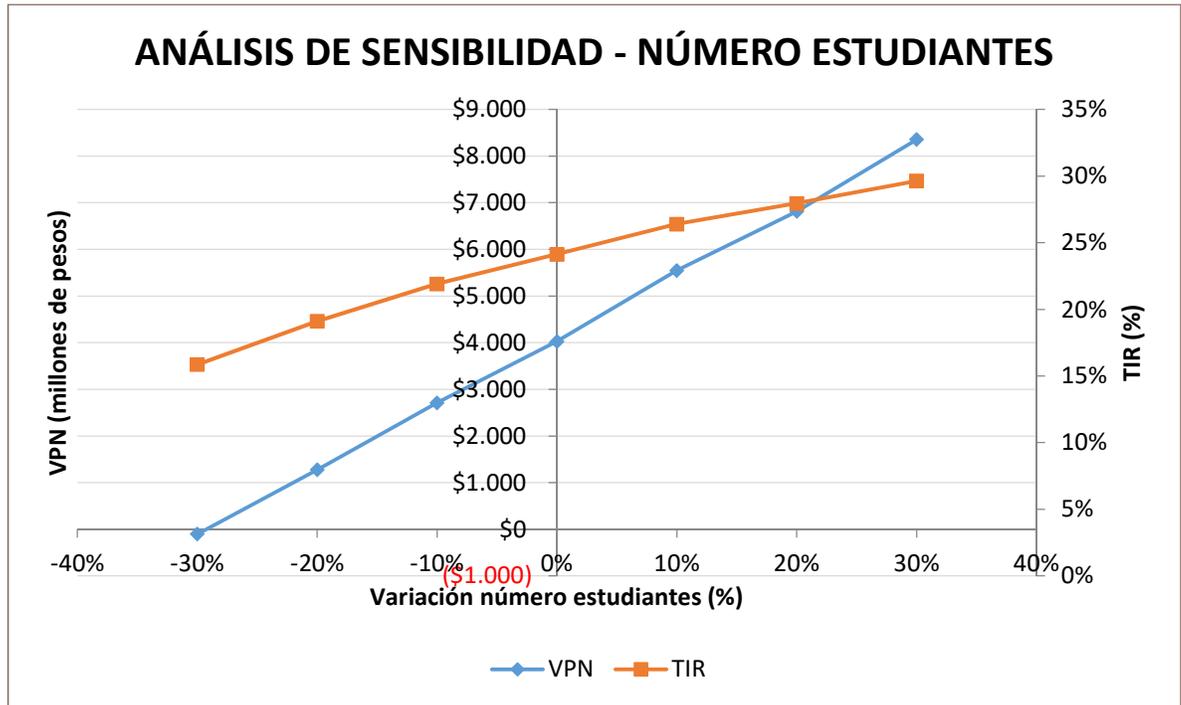
En la Tabla 105 se evidencia el comportamiento del VPN y la TIR afectando los ingresos operacionales en el flujo del proyecto. Por su parte, la Gráfica 29, muestra la relación entre el valor de la matrícula y los parámetros de VPN y TIR.

**Tabla 105. Análisis de sensibilidad del número de estudiantes**

<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES</b>		
<b>VARIACIÓN</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>
-30%	-100.726.790	16%
-20%	1.275.421.326	19%
-10%	2.712.834.588	22%
0%	4.026.615.105	24%
10%	5.549.656.193	26%
20%	6.814.634.162	28%
30%	8.355.992.221	30%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 29. Análisis de sensibilidad del número de estudiantes



Fuente: elaboración propia

- **Análisis de sensibilidad – Valor de la matrícula**

Para el análisis de sensibilidad del valor de la matrícula se realizaron variaciones porcentuales cada 10 puntos de esta variable, entre -40% y 40%, con el fin de identificar el comportamiento de los indicadores financieros en el flujo del proyecto.

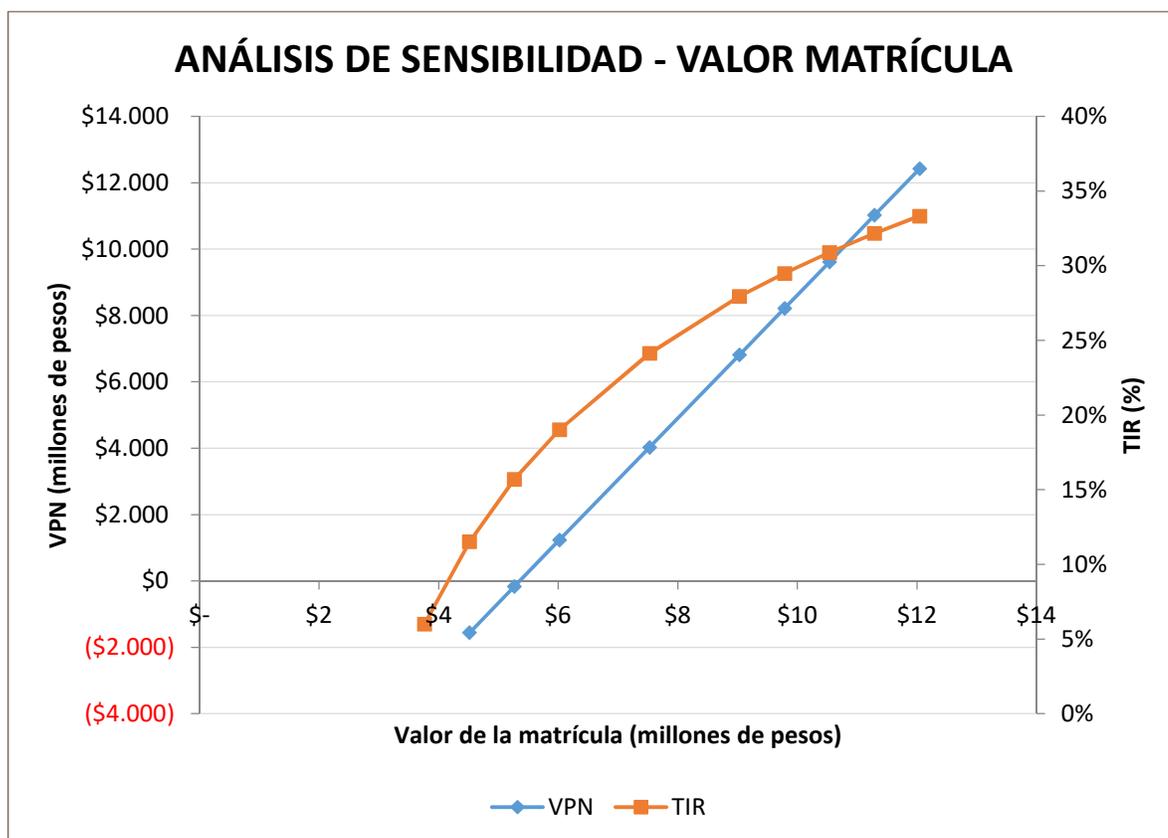
En la Tabla 106 se evidencia el comportamiento del VPN y la TIR afectando los ingresos operacionales en el flujo del proyecto. Por su parte, la Gráfica 30, muestra la relación entre el valor de la matrícula y los parámetros de VPN y TIR.

Tabla 106. Análisis de sensibilidad del valor de la matrícula

VALOR MATRÍCULA (PRIMER AÑO)			
VALOR MATRÍCULA	VARIACIÓN	VPN	TIR
4.516.800	-40%	-1.558.693.975	12%
5.269.600	-30%	-162.366.705	16%
6.022.400	-20%	1.233.960.565	19%
7.528.000	0%	4.026.615.105	24%
9.033.600	20%	6.819.269.644	28%
9.786.400	30%	8.215.596.914	29%
10.539.200	40%	9.611.924.184	31%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 30. Análisis de sensibilidad del valor de la matrícula



Fuente: elaboración propia

- **Análisis de sensibilidad – Overhead**

Para el análisis de sensibilidad del *overhead* se realizaron variaciones porcentuales cada 20 puntos de esta variable, entre -30% y 30%, con el fin de identificar el comportamiento de los indicadores financieros en el flujo del proyecto.

En la Tabla 107 se evidencia el comportamiento del VPN y la TIR afectando los costos operacionales en el flujo del proyecto. Por su parte, la Gráfica 31, muestra la relación entre el valor de la matrícula y los parámetros de VPN y TIR.

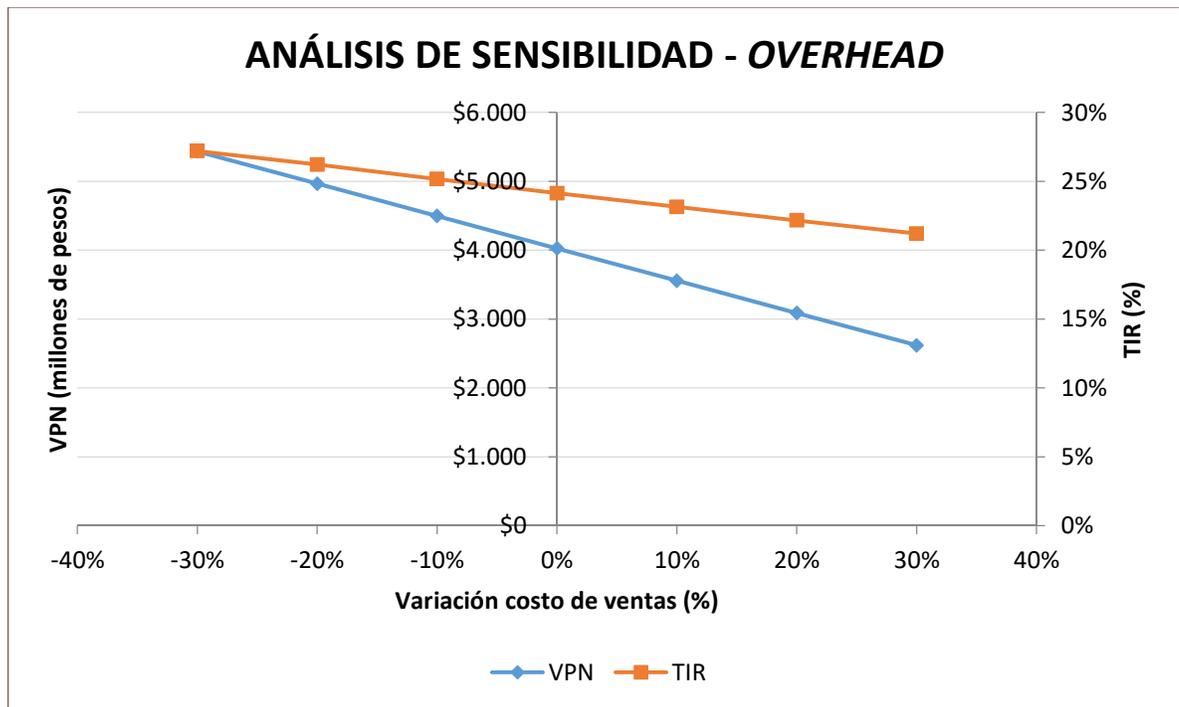
Tabla 107. Análisis de sensibilidad del costo de ventas

OVERHEAD		
VARIACIÓN	VPN	TIR
-30%	5.433.214.707	27%
-20%	4.964.348.173	26%
-10%	4.495.481.639	25%
0%	4.026.615.105	24%
10%	3.557.748.570	23%

OVERHEAD		
VARIACIÓN	VPN	TIR
20%	3.088.882.036	22%
30%	2.620.015.502	21%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 31. Análisis de sensibilidad del overhead



Fuente: elaboración propia

#### 4.3.2.3. Análisis de punto de equilibrio

- Punto de equilibrio – Valor de la matrícula

Con el fin de determinar el valor mínimo de la matrícula que debe tener el proyecto, se realizó un análisis de punto de equilibrio cuyos resultados se muestran en la Tabla 108 y la Gráfica 32:

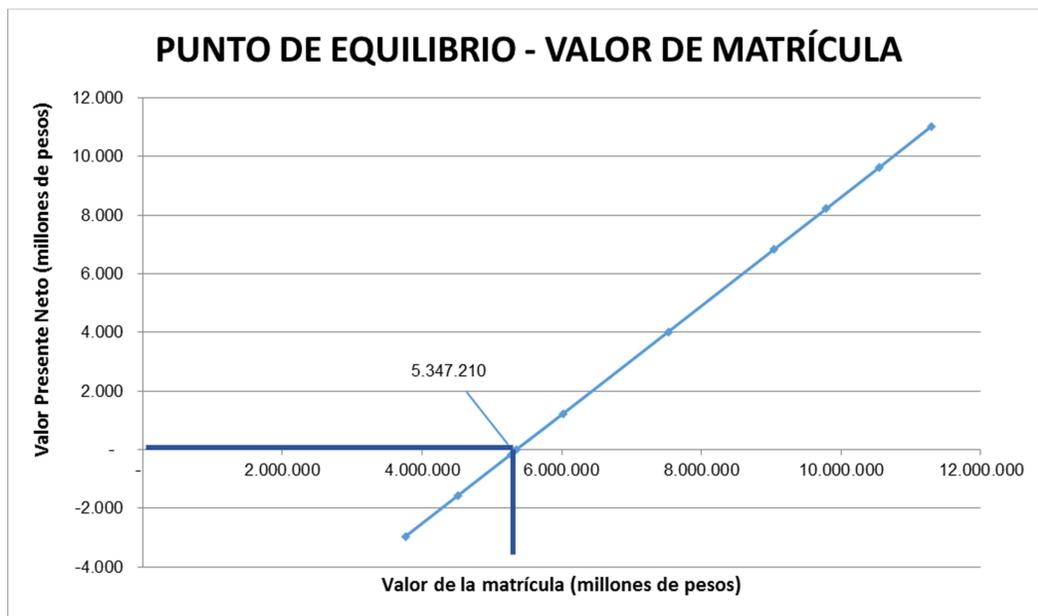
Tabla 108. Punto de equilibrio - Valor matrícula

VALOR MATRÍCULA	VPN
3.764.000	- 2.955.021.245
4.516.800	- 1.558.693.975
5.269.600	- 162.366.705
5.347.210	-
6.022.400	1.233.960.565
7.528.000	4.026.615.105

VALOR MATRÍCULA	VPN
9.033.600	6.819.269.644
9.786.400	8.215.596.914
10.539.200	9.611.924.184

Fuente: elaboración propia

Gráfica 32. Punto de Equilibrio - Valor de matrícula



Fuente: elaboración propia

- **Punto de equilibrio – Número de estudiantes**

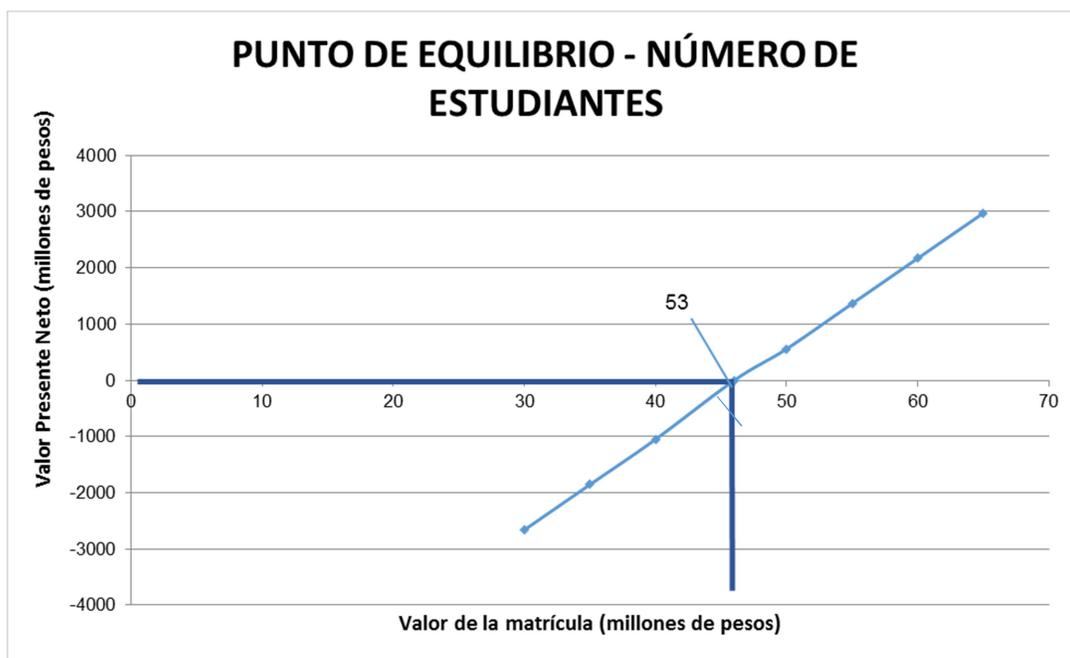
Con el fin de determinar el número mínimo de estudiantes que debe tener el proyecto, se realizó un análisis de punto de equilibrio cuyos resultados se muestran en la Tabla 109 y la Gráfica 33:

Tabla 109. Punto de equilibrio – Número de estudiantes

NÚMERO ESTUDIANTES	VPN
30	- 4.372.566.944
35	- 3.437.347.972
40	- 2.501.921.020
50	- 631.483.076
53	-
55	303.943.876
60	1.239.162.848
65	2.174.381.820

Fuente: elaboración propia

Gráfica 33. Punto de Equilibrio – Número de estudiantes



Fuente: elaboración propia

#### 4.4. Conclusiones

Tabla 110. Conclusiones de los parámetros financieros

ESCENARIO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	RESULTADO	CONCLUSIÓN
1	VPN > 0	-11.874.751	NO VIABLE
	TIR > WACC	TIR: -0,99% WACC: 12,41%	NO VIABLE
2	VPN > 0	4.026.615	VIABLE
	TIR > WACC	TIR: 24,14% WACC: 16,32%	VIABLE
3	VPN > 0	2.295.115	VIABLE
	TIR > WACC	TIR: 20,73% WACC: 16,32%	VIABLE

Fuente: elaboración propia. \*Valores en miles de pesos

Se concluye que el escenario 2 del proyecto es el más rentable para la Escuela, puesto que tiene el mayor VPN y TIR.

El proyecto tiene una sensibilidad media a las variaciones en el precio de la matrícula, pues es hasta una variación del -30% que el proyecto se vuelve inviable, de la misma forma que ocurre al variar el número de estudiantes también hasta un -30%.

La sensibilidad de los indicadores financieros a las variaciones en el *overhead* es baja, pues con variaciones de +30% no se afectó negativamente el VPN.

Se concluye que el punto de equilibrio para el valor de la matrícula es \$5.347.210 y para el número de estudiantes en el primer semestre es de 53.

#### **4.5. Recomendaciones**

Se recomienda realizar un estudio de factibilidad con información primaria para obtener datos más precisos y confiables para el proyecto, en especial los relacionados con el estudio técnico, para luego definir en esa etapa si sigue siendo viable o no el proyecto.

Se recomienda prestar atención al valor de la matrícula y al número de estudiantes, dado que estas variables son las que más influyen en los indicadores financieros. Por esto mismo, en siguientes etapas del proyecto se debe tener información confiable del número de estudiantes que harán parte del programa.

Dado el alto costo que implica la construcción de nuevos laboratorios, se recomienda explorar la posibilidad de realizar convenios con universidades o instituciones estatales que puedan facilitar el uso de sus instalaciones y laboratorios, y así disminuir los costos y la inversión del programa.

#### **4.6. Implicaciones para la IAEP, la Formulación y la Ejecución del Proyecto**

A continuación se describen las implicaciones de los resultados de la Evaluación Financiera:

##### **Para la IAEP**

Se debe mantener permanente vigilancia sobre los factores identificados en la alineación estratégica para reconocer oportunamente los cambios que puedan afectar el entorno y los ingresos del proyecto.

##### **Para la Formulación**

Los resultados del análisis de sensibilidad mostraron que las variables críticas para la operación del proyecto son el valor de la matrícula y el número de estudiantes matriculados.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que el valor de la matrícula utilizado para la evaluación financiera corresponde al promedio del rango de la matrícula diferencial que ofrece la Escuela. En esta medida, es importante prestar atención al comportamiento real de esta variable para identificar variaciones que puedan afectar el nivel de ingresos esperados.

Por último, es necesario prestar atención a la estrategia de comercialización del programa para asegurar el número mínimo de estudiantes matriculados.

### **Para la Ejecución**

Es importante realizar un estudio de factibilidad el cual pueda brindar información más acertada sobre el estudio de mercado (nivel de oferta y demanda) y la magnitud de las inversiones a realizar.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. (2017). *Cátedra en Ciencias Aeroespaciales*.
- Aeronáutica Civil. (2016). Retrieved November 14, 2017, from <http://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/mision>
- Aeronáutica Civil de Colombia. (2017). Se mantiene el crecimiento del transporte aéreo en Colombia. Retrieved August 30, 2017, from <http://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/se-mantiene-el-crecimiento-del-transporte-aereo-en-colombia.aspx>
- Agencia Sinc. (2013). La aeronáutica destina el 70% de sus innovaciones a la mejora ambiental. Retrieved January 2, 2018, from <http://www.agenciasinc.es/Noticias/La-aeronautica-destina-el-70-de-sus-innovaciones-a-la-mejora-ambiental>
- APA - Academia Politécnica Aeronáutica. (2017). Ingeniería aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from [http://apa.fach.cl/html/HOME\\_ing\\_aeronautica\\_ANTECEDENTES.html](http://apa.fach.cl/html/HOME_ing_aeronautica_ANTECEDENTES.html)
- Artunduaga, O., Castro, M., & Díaz, R. (2008). *Implantación del programa de maestría en proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Aviation Week. (2015). Latin America and Middle East Poised for MRO Growth, But Face Challenges | MRO content from Aviation Week. Retrieved September 1, 2017, from <http://aviationweek.com/mro/latin-america-and-middle-east-poised-mro-growth-face-challenges>
- Aviation Week & Space Technology. (2015). Latin America and Middle East Poised for MRO Growth, But Face Challenges. Retrieved August 30, 2017, from <http://aviationweek.com/mro/latin-america-and-middle-east-poised-mro-growth-face-challenges>
- Banco de la República de Colombia. (2017). Índice de precios al consumidor (IPC). Retrieved September 4, 2017, from <http://www.banrep.gov.co/es/ipc>
- Cameron, B., F. Briggs, D., Hites, R. W., Feldman. John B., Bourcier, D., & Mason, S. (n.d.). Construcción y mantenimiento aeroespacial. Retrieved from <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Enciclopedia OIT/tomo3/90.pdf>
- Cancillería. (2017). La Comunidad del Caribe (CARICOM). Retrieved November 20, 2017, from <http://www.cancilleria.gov.co/international/consensus/caricom>
- Colegios Colombia. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <http://www.colegioscolombia.com/>
- Colfuturo. (2017). Financiación para posgrados en el exterior | COLFUTURO. Retrieved August 29, 2017, from <https://www.colfuturo.org/financiacion-para-posgrados-en-el-exterior>
- Comunidad Andina. (2010). Somos Comunidad Andina | Quienes Somos | Portal de la Comunidad Andina. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.comunidadandina.org/Seccion.aspx?id=189&tipo=QU&title=somos-comunidad-andina>
- Condiciones generales Línea Tasa Compensada Educación Superior 2015. (n.d.). Retrieved February 17, 2018, from [https://www.findeter.gov.co/publicaciones/linea\\_tasa\\_compensada\\_educacion\\_superior\\_2015\\_pub](https://www.findeter.gov.co/publicaciones/linea_tasa_compensada_educacion_superior_2015_pub)
- Condiciones generales Tasa Compensada Infraestructura Sostenible. (n.d.). Retrieved February 17, 2018, from

- [https://www.findeter.gov.co/publicaciones/condiciones\\_generales\\_tasa\\_compensada\\_infraestructura\\_sostenible\\_pub](https://www.findeter.gov.co/publicaciones/condiciones_generales_tasa_compensada_infraestructura_sostenible_pub)
- Consejo Nacional de Acreditación (1992). Retrieved from [https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370\\_ley\\_3092.pdf](https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370_ley_3092.pdf)
- Consulta de empresas aéreas. (n.d.). Retrieved January 11, 2018, from <http://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-empresas-aereas>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá. (2016). ¿Que es el Sistema Nacional Ambiental SINA? Retrieved November 20, 2017, from <http://corpouraba.gov.co/que-es-el-sistema-nacional-ambiental-sina/>
- Corte Constitucional. (2016). Constitución Política de Colombia 1991. Retrieved from [http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion\\_politica\\_de\\_Colombia.pdf](http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion_politica_de_Colombia.pdf)
- DANE. (2015). *Proyecciones de población*. Retrieved from <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- DANE. (2016). Encuesta Nacional de Calidad de Vida -ECV- 2016. Retrieved August 29, 2017, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2016>
- Departamento, A., Presidencia, de la, & República, L. (2013). Decreto 2516 de 2013. Retrieved from [http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/NOVIEMBRE/15/DECRETO\\_2516\\_DEL\\_15\\_DE\\_NOVIEMBRE\\_DE\\_2013.pdf](http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/NOVIEMBRE/15/DECRETO_2516_DEL_15_DE_NOVIEMBRE_DE_2013.pdf)
- Diario La Información. (2016). Diario La Información. Retrieved August 18, 2017, from [http://www.lainformacion.com/ciencia-y-tecnologia/programas-espaciales/los-mejores-avances-de-la-exploracion-espacial-estan-en-la-tierra\\_MbAPBT8jpkc3wwQfw1OxL6/](http://www.lainformacion.com/ciencia-y-tecnologia/programas-espaciales/los-mejores-avances-de-la-exploracion-espacial-estan-en-la-tierra_MbAPBT8jpkc3wwQfw1OxL6/)
- Dinero. (2016a). Retrieved August 18, 2017, from <http://www.dinero.com/edicion-impresa/informe-especial/articulo/la-representacion-de-los-millennials-en-el-mercado-laboral/231866>
- Dinero. (2017a). Así se mueve el negocio aeroespacial en Colombia. Retrieved August 30, 2017, from <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/negocio-de-industria-aeroespacial-en-colombia-2017/247231>
- Dinero. (2018). Colombia es fuerte candidata para vender piezas aeroespaciales a Airbus. Retrieved January 11, 2018, from <http://www.dinero.com/empresas/articulo/airbus-ve-a-colombia-como-un-potencial-fabricante-de-piezas/253900>
- Dinero, R. (2016b). Airbus le apuesta al mercado colombiano e inaugura oficinas en Bogotá. Retrieved January 2, 2018, from <http://www.dinero.com/empresas/articulo/airbus-inaugura-oficinas-en-bogota/223740>
- Dinero, R. (2017b). Colombia prepara motores para despegar en los negocios aeroespaciales. Retrieved January 2, 2018, from <http://www.dinero.com/empresas/articulo/consejo-interinstitucional-aeronautico-de-colombia/250678>
- DNP, D. N. de P. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo, Todos Por un Nuevo País 2014 - 2018. Gobierno de Colombia* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dr. Mario R. Perez | Science Mission Directorate. (n.d.). Retrieved April 10, 2017, from <https://science.nasa.gov/about-us/staff-bios/dr-mario-perez>
- Ecomotor.es. (2012). California regula uso en pruebas de los coches de Google con piloto automático - Ecomotor.es. Retrieved September 1, 2017, from <http://www.economista.es/ecomotor/motor/noticias/4275010/09/12/California->

- regula-uso-en-pruebas-de-autos-de-Google-con-piloto-automatico.html  
 El Colombiano. (2017). Universidad de Antioquia, entre las 20 mejores de Latinoamérica. Retrieved September 3, 2017, from <http://www.elcolombiano.com/colombia/educacion/universidad-de-antioquia-entre-las-20-mejores-de-latinoamerica-Jl6947579>
- El Economista. (2013). El avance tecnológico hace saltar las alarmas: ¿cuánto empleo puede destruir? - elEconomista.es. Retrieved September 1, 2017, from <http://www.economista.es/empresas-finanzas/noticias/4560947/01/13/Traera-la-tecnologia-un-desempleo-masivo-en-los-paises-desarrollados.html>
- ESAVE. (2016). Pregrado en Ingeniería Aeronáutica - ESAVE. Retrieved September 26, 2017, from [https://www.esave.mil.co/escuela\\_aviacion\\_ejercito/educacion\\_superior/pregrado\\_ingeneria\\_aeronautica](https://www.esave.mil.co/escuela_aviacion_ejercito/educacion_superior/pregrado_ingeneria_aeronautica)
- Escola de Engenharia de São Carlos, U. de S. P. (2017). Engenharia Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=18&codcur=18070&codhab=0&tipo=N>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (n.d.). Gestión Ambiental. Retrieved October 31, 2017, from [http://www.escuelaing.edu.co/es/vida\\_universitaria/bienestar\\_universitario/seguridad\\_salud?id=4&tipo=seguridad](http://www.escuelaing.edu.co/es/vida_universitaria/bienestar_universitario/seguridad_salud?id=4&tipo=seguridad)
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2017). Admisiones. Retrieved October 28, 2017, from <http://www.escuelaing.edu.co/es/programas/admisiones/pregrado?id=1&itemId=2>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (n.d.). ECICIENCIA. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.escuelaing.edu.co/escuela/eciciencia/2017/index.html>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2008). *Lineamientos de Políticas Institucionales*. Retrieved from [http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/3044\\_9960\\_lineamientos\\_politicas\\_institucionales\\_2008.pdf](http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/3044_9960_lineamientos_politicas_institucionales_2008.pdf)
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2010). Proyecto Educativo Institucional. Retrieved September 2, 2017, from [http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/9410\\_3046\\_3227\\_pei\\_2002.pdf](http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/9410_3046_3227_pei_2002.pdf)
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2011). Estatuto de profesores. Retrieved from [http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/2686\\_6529\\_estatutos\\_de\\_profesores\\_v5.pdf](http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/2686_6529_estatutos_de_profesores_v5.pdf)
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2017). Filosofía Institucional. Retrieved September 2, 2017, from <http://www.escuelaing.edu.co/es/conozcanos/filosofia>
- Faculdade de Engenharia Mecânica, U. F. de U. (2017). Engenharia Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.mecanica.ufu.br/aeronautica>
- Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, U. N. de C. (n.d.). Ingeniería Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from [http://www.portal.efn.uncor.edu/?page\\_id=22](http://www.portal.efn.uncor.edu/?page_id=22)
- Facultad de Ingeniería - UNLP - Ingeniería Aeronáutica. (n.d.). INGENIERÍA AERONÁUTICA. Retrieved October 24, 2017, from [http://www.ing.unlp.edu.ar/ingenieria\\_aeronautica](http://www.ing.unlp.edu.ar/ingenieria_aeronautica)
- Facultad de Ingeniería Centro Regional Universitario Córdoba IUA. (n.d.). Ingeniería

- Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from [http://fi.iaa.edu.ar/?page\\_id=310#alcance](http://fi.iaa.edu.ar/?page_id=310#alcance)
- Facultad de Ingeniería Mecánica, U. T. de P. (2017a). Licenciatura en Ingeniería Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.fim.utp.ac.pa/licenciatura-en-ingenieria-aeronautica>
- Facultad de Ingeniería Mecánica, U. T. de P. (2017b). Técnico en Ingeniería de Mantenimiento de Aeronaves con Especialización en Motores y Fuselajes. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.fim.utp.ac.pa/tecnico-en-ingenieria-de-mantenimiento-de-aeronaves-con-especializacion-en-motores-y-fuselajes>
- Facultad Politécnica, U. N. de A. (n.d.). Ingeniería Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.pol.una.py/?q=node/363>
- Findeter S.A. - Preguntas Frecuentes. (2018). Retrieved February 17, 2018, from <https://www.findeter.gov.co/loader.php?IServicio=FAQ&IFuncion=viewPreguntas&id=21#a11>
- Fuerza Aérea Colombiana. (n.d.). Centro de Investigación en Tecnología Aeronáutica. Retrieved January 2, 2018, from <https://www.fac.mil.co/centro-de-investigación-en-tecnología-aeronáutica>
- Gabriel Misas Arango. (2015). *La educación superior en Colombia*. Retrieved from [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/investigadores/1609/articulos-73081\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/investigadores/1609/articulos-73081_archivo.pdf)
- Garavito, E. C. de I. J. (2015). *Plan de Gestión RCD Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*.
- Garavito, E. C. de I. J. (2016). Guía para la elaboración del Anteproyecto para la creación de programas académicos.
- Gaviria, S. (2017). Desarrollo productivo del sector aeronautico. Retrieved from <http://www.aerocivil.gov.co/cea/RelacionesInter/Evento-Alianzas-para-la-transformacion-productiva-politica-de-desarrollo-del-sector-aeronautico/Documents/DESARROLLO DEL SECTOR AERONÁUTICO - FINAL DNP.pdf>
- ICETEX. (n.d.). Introducción. Retrieved November 20, 2017, from <https://portal.icetex.gov.co/Portal/Home/el-icetex/quienes-somos/introducción>
- ICETEX. (2017). Inicio. Retrieved August 29, 2017, from <https://portal.icetex.gov.co/portal>
- ICF. (n.d.). ICF: Strategic Consulting & Communications for a Digital World | ICF. Retrieved November 20, 2017, from <https://www.icf.com/>
- ICF International. (2012). *Aerospace Globalization 2.0*. Retrieved from [http://www.ipx1.com/SGairshow2014/pdf/AerospaceGlobalization2.0\\_05Dec12.pdf](http://www.ipx1.com/SGairshow2014/pdf/AerospaceGlobalization2.0_05Dec12.pdf)
- IESALC. (2009). Panorama de la movilidad estudiantil en América Latina. Retrieved September 2, 2017, from [http://www.iesalc.unesco.org.ve/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2729:panorama-de-la-movilidad-estudiantil-en-america-latina691&catid=194&Itemid=746&lang=es](http://www.iesalc.unesco.org.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=2729:panorama-de-la-movilidad-estudiantil-en-america-latina691&catid=194&Itemid=746&lang=es)
- IGAC. (2009). Informe de Gestión 2009. Retrieved from <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/67cf9280429c57299959bf319c499db2/Informe+2009+Rendicion+Cuentas.pdf?MOD=AJPERES>
- INAPI. (2017). ¿Qué es la Transferencia de Tecnología o Transferencia Tecnológica? - INAPI. Orientación. Retrieved September 3, 2017, from <http://www.inapi.cl/portal/orientacion/602/w3-article-693.html>
- Infodefensa. (2017). Procolombia y Airbus crean el Consejo Interinstitucional Aeronáutico. Retrieved January 2, 2018, from

<http://www.infodefensa.com/latam/2017/10/11/noticia-colombianotaes-colombia-celebra-primera-reunion-consejo-interinstitucional-aeronautico.html>

Madridmasd.org. (2008). Grandes avances científicos en biomedicina para el primer mundo... | Bio (Ciencia+Tecnología). Retrieved September 1, 2017, from <http://www.madrimasd.org/blogs/biocienciatecnologia/2008/02/13/84394>

MEDUCA - Ministerio de Educación de Panamá. (n.d.). Últimas Noticias | Ministerio de Educación. Retrieved October 19, 2017, from <http://www.meduca.gob.pa/>

MERCOSUR. (n.d.). Mercosur - En pocas palabras. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.mercosur.int/innovaportal/v/3862/2/innova.front/en-pocas-palabras>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (n.d.). Decreto 1076 de 2015. Retrieved October 31, 2017, from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62511>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Retrieved October 16, 2017, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30>

Ministerio de Economía, I. y C. del G. de E. (n.d.). Comercio Exterior - Grupo EFTA. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.comercio.gob.es/es-ES/comercio-exterior/politica-comercial/relaciones-bilaterales-union-europea/europa/efta/Paginas/efta.aspx>

Ministerio de Educación. (2016). SACES - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-156291.html>

Ministerio de Educación Nacional. (2010). Creación de programas académicos - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Retrieved August 16, 2017, from <http://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-235796.html>

Ministerio de Educación Nacional. (2015). Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Retrieved from [http://www.mineduccion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-254702\\_libro\\_desercion.pdf](http://www.mineduccion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-254702_libro_desercion.pdf)

Ministerio de Educación Nacional. (2016). Guía para la Elaboración del Documento Maestro de Registro Calificado. Retrieved from [http://www.mineduccion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-357283\\_guia.pdf](http://www.mineduccion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-357283_guia.pdf)

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2010). Instituciones de Educación Superior. Retrieved September 2, 2017, from <http://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-231240.html>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Revisión de políticas nacionales de educación. <https://doi.org/10.1787/9789264250604-en>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2017). “Ser pilo paga” llega a los 40.000 beneficiarios - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Retrieved January 2, 2018, from <https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-363347.html>

Ministerio de Industria y Turismo. (n.d.). Acuerdos Vigentes. Retrieved August 30, 2017, from [http://www.tlc.gov.co/publicaciones/5398/acuerdos\\_vigentes](http://www.tlc.gov.co/publicaciones/5398/acuerdos_vigentes)

Ministerio de relaciones exteriores. (2006). Decreto 2442 de 2006. Retrieved August 29, 2017, from [https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/pdf/decreto\\_2442\\_2006.pdf](https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/pdf/decreto_2442_2006.pdf)

Nuevo programa de Ingeniería Aeroespacial. (2016). Retrieved September 3, 2017, from

- [http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/!ut/p/z0/fYyxDoJAEER\\_xYaS7Kl4akksTlyFhTFwjdnABlfhFo6D-PkeWhgbm8nM5M2AgQyMxZEr9CwW65Bzo6-b7W4xTxN1VDrRKtWnZLve7Jfni4IDmP9AeOB715kUTCHW09ND1orzWA8lYaSw\\_003aejjJ51Z8Vww9pF6ry2XMIHfG](http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/!ut/p/z0/fYyxDoJAEER_xYaS7Kl4akksTlyFhTFwjdnABlfhFo6D-PkeWhgbm8nM5M2AgQyMxZEr9CwW65Bzo6-b7W4xTxN1VDrRKtWnZLve7Jfni4IDmP9AeOB715kUTCHW09ND1orzWA8lYaSw_003aejjJ51Z8Vww9pF6ry2XMIHfG)
- Observatorio de la Universidad Colombiana. (n.d.). Un docente por cada 28 estudiantes, es el promedio en la educación superior colombiana. Retrieved November 6, 2017, from <http://www.universidad.edu.co/index.php/historial-de-noticias/66-noticias-2013/9745-un-docente-por-cada-28-estudiantes-es-el-promedio-en-la-educacion-superior-colombiana>
- Oficina de Desarrollo Institucional. (2017). La Escuela Hoy. Retrieved August 17, 2017, from <https://issuu.com/sistemacalidad/docs/cartilla-escuela-hoy2017/1?ff=true&e=7242293/43308835>
- Pérez, M. (2017). *Conferencia Creando el futuro a través de Planeamiento Estratégico – El Espacio en el 2050*.
- Perilla, S. (2002). A, B, C DEL CALENDARIO ESCOLAR - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com. Retrieved April 6, 2017, from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1338754>
- Planeación, D. N. de. (2010). CONPES 3683.
- Portafolio. (2017a). Inflación en Colombia en 2017 | Economía | Portafolio. Retrieved August 29, 2017, from <http://www.portafolio.co/economia/inflacion-en-colombia-en-2017-503144>
- Portafolio. (2017b). Mercado laboral en Colombia para 2017 | Empleo | Economía | Portafolio. Retrieved from <http://www.portafolio.co/economia/empleo/mercado-laboral-en-colombia-para-2017-503619>
- Portal da Escola de Engenharia UFMG, U. F. de M. G. (n.d.). Engenharia Aeroespacial. Retrieved October 24, 2017, from <https://www.eng.ufmg.br/portal/graduacao/cursos/engenharia-aeroespacial/>
- Presidencia de Colombia. (2017). DECRETO 260 DEL 28 DE ENERO DE 2004 MODIFICADO POR EL DECRETO 823 DE 16 MAYO DE 2017. Retrieved from <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/Decretos compendio de la legislacion/8.DECRETO 260 de 2004 - COMPILADO.pdf>
- RADDAR CKG, & Portafolio. (2015). Así están distribuidos los colombianos por estratos sociales. Retrieved September 24, 2017, from <http://www.portafolio.co/tendencias/distribuidos-colombianos-estratos-sociales-57300>
- Rodríguez Audor, J. F. (2014). *Liderazgo de Brasil y Perspectivas de Colombia en el Sector Aeronáutico*. Bogotá D.C.
- SACES. (2017). Preguntas frecuentes [1 - 10] - Sistemas información. Retrieved August 30, 2017, from <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/article-241150.html>
- Sánchez Silva, E., Herández Rincón, R., Acero Riveros, G. E., Angarita Gómez, M. A., Reyes Ríos, C., & López Cualla, R. (2016a). Plan de Desarrollo Institucional 2016-2025. Retrieved from [http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/4993\\_plan\\_de\\_desarrollo\\_2016\\_2025.pdf](http://www.escuelaing.edu.co/uploads/descargables/4993_plan_de_desarrollo_2016_2025.pdf)
- Sánchez Silva, E., Herández Rincón, R., Acero Riveros, G. E., Angarita Gómez, M. A., Reyes Ríos, C., & López Cualla, R. (2016b). Plan de Desarrollo Institucional 2016-2025.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). *Guía de manejo ambiental para el sector de la*

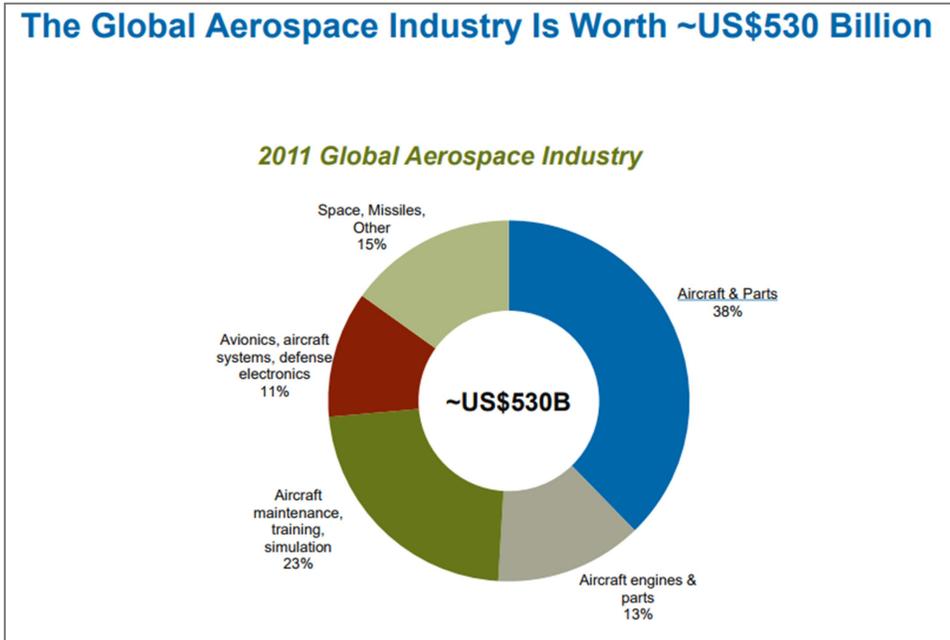
- construcción Segunda Edición*. Retrieved from [http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/GUIA\\_MANEJO\\_AMBIENTAL\\_FINAL.pdf](http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/GUIA_MANEJO_AMBIENTAL_FINAL.pdf)
- Semana. (2016a). ¿Cómo conseguir dinero para estudiar? Retrieved August 29, 2017, from <http://www.semana.com/educacion/articulo/creditos-para-estudiar-una-carrera-en-colombia/496661>
- Semana. (2016b). Retrieved August 18, 2017, from <http://www.semana.com/educacion/articulo/ingenierias-en-colombia/478860>
- Semana. (2017, October). Universidades, ¿imposibles de pagar? *Semana*. Retrieved from <http://www.semana.com/educacion/articulo/costo-de-las-universidades-en-colombia/542198>
- SENA. (n.d.). Quiénes somos. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/quienesSomos.aspx>
- Shanghai Ranking Consultancy. (2016a). Academic Ranking of World Universities in Engineering 2016. Retrieved October 21, 2017, from <http://www.shanghairanking.com/FieldENG2016.html>
- Shanghai Ranking Consultancy. (2016b). Ranking Académico de las Universidades del Mundo de Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación - 2016. Retrieved October 23, 2017, from <http://www.shanghairanking.com/es/FieldENG2015.html>
- SNIES. (2017a). Estadísticas - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Retrieved April 6, 2017, from <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html>
- SNIES. (2017b). Estadísticas - Sistemas información. Retrieved September 2, 2017, from <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html>
- Social, M. de P. (2015). *Ministerio de la Protección Social*. Retrieved from [http://www.imebu.gov.co/web2/documentos/observatorio/demografia/indicadores\\_demograficos\\_2020.pdf](http://www.imebu.gov.co/web2/documentos/observatorio/demografia/indicadores_demograficos_2020.pdf)
- Teal Group Corporation. (2016). Teal Group Predicts Worldwide Civil UAS Production Will Total \$65 Billion in Its 2016 UAS Market Profile and Forecast. Retrieved August 30, 2017, from <http://www.tealgroup.com/index.php/about-teal-group-corporation/press-releases/129-teal-group-predicts-worldwide-civil-uas-production-will-total-65-billion-in-its-2016-uas-market-profile-and-forecast>
- Tiempo, E. (2017). Proponen crear agencia espacial en Colombia. Retrieved January 2, 2018, from <http://www.eltiempo.com/vida/ciencia/proponen-crear-agencia-espacial-en-colombia-138684>
- Times Higher Education. (2016). Top 100 universities with the best student-to-staff ratio. Retrieved November 6, 2017, from <https://www.timeshighereducation.com/student/news/top-100-universities-best-student-staff-ratio#survey-answer>
- UdeA. (2016). Ingeniería Aeroespacial. Retrieved September 26, 2017, from <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidades-academicas/facultades/ingenieria/programas-academicos/programas-pregrado/ingenieria-aeroespacial/>
- UDI. (2015). Programas - Universidad de Investigación y Desarrollo - UDI. Retrieved September 27, 2017, from <http://www.udi.edu.co/programas/135-facultades/ingenierias/ingenieria-aeronautica>
- Ulibertadores. (2012). Fundación Universitaria Los Libertadores - Fundación Universitaria Los Libertadores. Retrieved September 26, 2017, from <http://www.ulibertadores.edu.co/index.php/component/programas/programa/384?Item>

- id=764&id\_ar=386&id\_men=63
- Univalle. (n.d.). Ing. Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.univalle.edu/index.php/facultades/tecnologia/aeronautica>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2016). Ingeniería Aeroespacial. Retrieved from [http://www.uabc.mx/formacionbasica/FichasPE/Ingeniero\\_Aeroespacial.pdf](http://www.uabc.mx/formacionbasica/FichasPE/Ingeniero_Aeroespacial.pdf)
- Universidad Autónoma de Chihuahua. (2008). Ingeniero Aeroespacial. Retrieved October 24, 2017, from [http://www.uach.mx/academica\\_y\\_escolar/carreras/planes/2008/11/04/ingeniero\\_aeroespacial/](http://www.uach.mx/academica_y_escolar/carreras/planes/2008/11/04/ingeniero_aeroespacial/)
- Universidad Autónoma de Nuevo León. (2017). Ingeniería Aeronáutica. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.uanl.mx/oferta/ingenieria-aeronautica.html>
- Universidad Carlos III de Madrid. (n.d.). Grado en Ingeniería Aeroespacial. Retrieved November 20, 2017, from [https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Grado/es/Detalle/Estudio\\_C/1371212252797/1371212987094/Grado\\_en\\_Ingenieria\\_Aeroespacial](https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Grado/es/Detalle/Estudio_C/1371212252797/1371212987094/Grado_en_Ingenieria_Aeroespacial)
- Universidad de Antioquia. (n.d.-a). *Resumen ejecutivo programa de Ingeniería Aeroespacial*.
- Universidad de Antioquia. (n.d.-b). Retrieved September 3, 2017, from <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio>
- Universidad de Brasilia. (n.d.). Engenharia Aeroespacial. Retrieved October 24, 2017, from <https://fga.unb.br/aeroespacial>
- Universidad de Concepción, C. (2017). Ingeniería Civil Aeroespacial (Campus Concepción). Retrieved October 24, 2017, from <http://admisión.udec.cl/?q=node/46>
- Universidad de los Andes. (2017). Plan de Gestión Ambiental. Retrieved February 13, 2018, from <https://campusinfo.uniandes.edu.co/es/sostenibilidad/plandegestionambiental>
- Universidad Nacional de San Martín, A. (n.d.). Ingeniería Espacial. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/369/cyt/espacial>
- Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional. (n.d.). Carreras por Núcleo. Retrieved October 24, 2017, from [http://www.unefa.edu.ve/portal/carreras\\_por\\_nucleos.php](http://www.unefa.edu.ve/portal/carreras_por_nucleos.php)
- Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. (2017). Ingeniería Aeroespacial. Retrieved October 24, 2017, from [http://www.upaep.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12126&Itemid=167](http://www.upaep.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12126&Itemid=167)
- Universidade estadual paulista Julio de Mesquita Filho. (n.d.). Unan - Reitoria Unesp. Retrieved October 24, 2017, from <http://unan.unesp.br/>
- Universidade Federal de Santa Maria. (n.d.). Início - aeroespacial. Retrieved October 24, 2017, from <http://www.aeroespacial.ufsm.br/index.php/pt-br/>
- Universidade Paulista - UNIP. (2017). Retrieved October 24, 2017, from <https://www2.unip.br/portal.aspx>
- UNOOSA. (2013). *Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre, resoluciones conexas de la Asamblea General y otros documentos*. Retrieved from [http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2013/stspace/stspace61\\_0\\_html/st\\_space\\_61S.pdf](http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2013/stspace/stspace61_0_html/st_space_61S.pdf)
- UNOOSA. (2017a). About us. Retrieved August 28, 2017, from <http://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/index.html>
- UNOOSA. (2017b). Space Law Treaties and Principles. Retrieved August 28, 2017, from

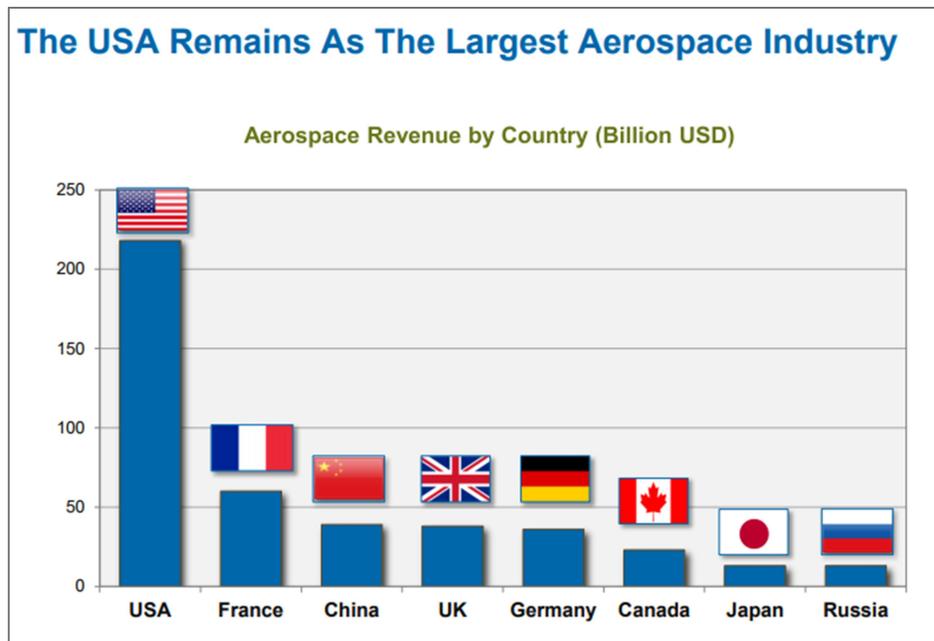
- <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html>
- UNOOSA. (2017c). Status of International Agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2017. Retrieved from [http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/AC105\\_C2\\_2017\\_CRP07E.pdf](http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/AC105_C2_2017_CRP07E.pdf)
- UNOOSA United Nations Office for Outer Space Affairs. (2017). Retrieved June 13, 2017, from <http://www.unoosa.org/oosa/index.html>
- UPB. (2015). Ingeniería Aeronáutica en Medellín | Universidad Pontificia Bolivariana. Retrieved September 26, 2017, from <https://www.upb.edu.co/es/pregrados/ingenieria-aeronautica-medellin>
- USB. (2012). Ingeniería Aeronáutica – Universidad de San Buenaventura. Retrieved September 26, 2017, from <http://www.usbbog.edu.co/facultades/facultad-de-ingenieria/pregrados/ingenieria-aeronautica/>
- Varela-Arévalo, M. T., Ochoa-Muñoz, A. F., & Tovar-Cuevas, J. R. (2016). *Tipologías de estilos de vida en jóvenes universitarios. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia* (Vol. 18). Cali: [s.n.]. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-71072016000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072016000200006)
- Varela Arévalo, M. T., Ochoa Muñoz, A. F., & Tovar Cuevas, J. R. (2016). Tipologías de estilos de vida en jóvenes universitarios. *Universidad Y Salud*, 18(2), 246. <https://doi.org/10.22267/rus.161802.35>
- Vega, O. A. (2013). Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica. *Revista Facultad de Ingeniería*, 21(32), 55–62. <https://doi.org/10.19053/01211129.1434>
- Wikipedia. (2017). Universidades que imparten estudios de ingeniería aeroespacial. Retrieved October 21, 2017, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Universidades\\_que\\_imparten\\_estudios\\_de\\_ingenieria\\_aeroespacial#Colombia](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Universidades_que_imparten_estudios_de_ingenieria_aeroespacial#Colombia)

## ANEXOS

### Anexo 1. Industria aeroespacial mundial



Fuente: tomado de (ICF International, 2012)



Fuente: tomado de (ICF International, 2012)

de comercialización de universidades nacionales

de comercialización Universidad de Antioquia

UNIVERSIDAD	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Tiene una amplia oferta académica en programas de pregrados, para el 2017 lanzarán el programa de Ingeniería Aeroespacial.</p>	<p>El Programa de Ingeniería Aeroespacial estará orientado a aquellas que deseen formarse como ingenieros aeroespaciales y responder a la demanda del sector aéreo y a las necesidades de tecnología espacial y sus aplicaciones declaradas oficialmente por el Estado Colombiano.</p>	<p>De acuerdo con capacidad económica.</p>
UNIVERSIDAD	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>ccionales en las á, Bajo Cauca, o, Suroeste, cuatro sedes as en Amalfi, Distrito Minero así como dos es con los do e Itagüí. Su dellín es la que ama de ing cial.</p>	<p>Noticias en la página oficial y redes sociales de la universidad, así como noticias en otros medios de comunicación.</p>	<p>Exenciones del cobro de los derechos de matrícula a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* estudiantes que demuestren excelencia académica.</li> <li>* Estudiantes de bajos recursos económicos.</li> </ul> <p>Los aspirantes indígenas y los afro descendientes NO pagarán derechos de inscripción.</p>	<p><a href="http://www.udea.edu.co/">http://www.udea.edu.co/</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (UdeA, 2016)

Tabla 112. Estrategia de comercialización Universidad Pontificia Bolivariana

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO												
 <p><b>Universidad Pontificia Bolivariana</b></p>	<p>La oferta académica es amplia, cuenta con programas presenciales, semipresencial, virtual y a distancia. Ofrece el programa de Ingeniería Aeronáutica.</p>	<p>Personas interesadas transformación social y humana, con liderazgo ético, científico, empresarial y social al servicio del país, mediante la búsqueda constante de la verdad en los procesos de investigación y proyección.</p>	<p>"El valor total de la matrícula será calculado de acuerdo con el número de créditos matriculados en cada semestre y la clasificación establecida para los colegios e instituciones de educación media de donde provienen. Para el caso de la Escuela de Ingenierías de la Universidad las tarifas para el 2017 se muestran a continuación:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORIA</th> <th>PROYECCIÓN DE MATRÍCULA 2017 ESTUDIANTES ACTUALES Y NUEVOS</th> <th>VALOR CRÉDITO 2017</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A - B</td> <td>\$8.024.000</td> <td>\$472.000</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>\$7.565.000</td> <td>\$445.000</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>\$7.106.000</td> <td>\$418.000</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORIA	PROYECCIÓN DE MATRÍCULA 2017 ESTUDIANTES ACTUALES Y NUEVOS	VALOR CRÉDITO 2017	A - B	\$8.024.000	\$472.000	C	\$7.565.000	\$445.000	D	\$7.106.000	\$418.000
CATEGORIA	PROYECCIÓN DE MATRÍCULA 2017 ESTUDIANTES ACTUALES Y NUEVOS	VALOR CRÉDITO 2017													
A - B	\$8.024.000	\$472.000													
C	\$7.565.000	\$445.000													
D	\$7.106.000	\$418.000													
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN												
<p>Cuenta con sedes en Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Palmira y Montería. Sólo ofrece el programa de Ingeniería Aeronáutica en la ciudad de Medellín.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades, redes sociales.</p>	<p>"Descuentos por: Egresados del Colegio de la UPB, egresados de colegios arquidiocesanos, hermanos y familiares.</p>	<p><a href="https://www.upb.edu.co">https://www.upb.edu.co</a></p>												

Fuente: elaboración propia con información de (UPB, 2015)

Tabla 113. Estrategia de comercialización Escuela de Aviación del Ejército

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Tiene un amplio portafolio de programas académicos, en su Escuela de Aviación Ejército, ofrecen la tecnología en mantenimiento aeronáutico y el Pregrado en Ingeniería Aeronáutica.</p>	<p>La oferta de los programas académicos va dirigido a personal de las Fuerzas Militares y de Policía Nacional, vinculados a la aviación, como pilotos, ingenieros de vuelo, técnicos, inspectores, almacenistas, bachilleres y personal civil que desee vincularse a la parte aeronáutica, sin embargo una persona Bachiller, civil también puede cursar estos programas.</p>	<p>Valor Matrícula Semestre                      Personal activo F.F.M.M y Policía Nacional: : 2.5 SMLV personal militar                      Personal Civil: : 5 SMLV personal civil</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Única Sede: Aeropuerto Internacional El Dorado Nueva zona de Aviación General Batallón de Aviación No. 1, Bogotá D.C.</p>	<p>Redes sociales, Blogs y página web</p>	<p>Se otorgan becas para los tres (3) primeros puestos del programa por semestre, 100%,50% y 25% respectivamente. Para el estudiante que ocupe el primer puesto en los cursos de ascenso y capacitación de la Escuela de Aviación del Ejército, se le otorgará beca para el primer semestre del programa.</p>	<p><a href="http://www.esave.mil.co/">http://www.esave.mil.co/</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (ESAVE, 2016)

Tabla 114. Estrategia de comercialización Universidad de San Buenaventura

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
 <b>UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA</b>	<p>"Ingeniería Aeronáutica. El diseño de aeronaves, de sus plantas motrices y de sus sistemas, son unas de las disciplinas más desafiantes de esta ingeniería. El programa de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá, ha sido pionero en ofrecer los fundamentos para una carrera en la industria aeroespacial colombiana, la cual demanda ingenieros integrales, con una amplia capacidad para crear, investigar, diseñar, evaluar, mantener y administrar soluciones a problemas propios de esta industria."</p>	<p>Dirigido a personas que busquen una formación integral, de manera que su desempeño profesional está soportado por un gran sentido de responsabilidad tanto social como empresarial, respetuoso de los aspectos ecológicos y humanísticos involucrados en cada uno de los campos de desarrollo laboral, que le impulsan a actuar ética y consecuentemente con las necesidades del sector aeronáutico y, en general, donde se esté desempeñando profesionalmente.</p>	<p>\$7.800.000 por semestre</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con sedes y seccionales en Bogotá (donde se ofrece el programa de Ingeniería Aeronáutica), Medellín, Armenia, Ibagué, Cali y Cartagena.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades, redes sociales, ferias y visitas de colegios</p>	<p>Sin información</p>	<p><a href="http://www.usbbog.edu.co/">http://www.usbbog.edu.co/</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (USB, 2012)

**Tabla 115. Estrategia de comercialización Los Libertadores**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeronáutica. Este programa desarrolla en los estudiantes competencias y conocimientos especializados en el sector aeronáutico: diseño de componente, partes y aeronaves, mantenimiento de aeronaves, operaciones aéreas, gestión de recursos aeronáuticos y administración de empresas aeronáuticas.</p>	<p>Personas que se proyectan como líderes integrales en el dominio tecnológico, económico, cultural, político, humanístico y científico y como principales actores de la industria aeronáutica colombiana.</p>	<p>\$4.791.000 por semestre</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con sedes en Cartagena y Bogotá, donde se ofrece el programa de Ingeniería Aeronáutica.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades, redes sociales, ferias y visitas de colegios</p>	<p>Descuentos por convenios con Compensar, Armada Nacional, Fesol, Canapro y RCN radio</p>	<p><a href="http://www.ulibertadores.edu.co/">http://www.ulibertadores.edu.co/</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Ulibertadores, 2012)

Tabla 116. Estrategia de comercialización Universitaria de Investigación y Desarrollo

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	<p>"Personas interesadas en:                      Aplicar los conocimientos aeronáuticos, las ciencias socio – humanísticas y las ciencias básicas, en el diseño, planeación, gestión, optimización y control en procesos de mantenimiento y diagnóstico de equipos aeronáuticos.                      Detectar y plantear soluciones de problemas al interior de las organizaciones y empresas de aviación ya existentes.                      Desempeñar actividades de dirección y control en áreas de la empresa tales como: Producción, Calidad, Administración, Gestión Humana, Logística e Investigación y Desarrollo.                      Impulsar el desarrollo de la aviación en la región."</p>	\$4.259.200 por semestre
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con sedes en Bucaramanga, Barrancabermeja y San Gil. En Bucaramanga se ofrece el programa de Ingeniería Aeronáutica.	Página oficial, redes de universidades, redes sociales.	Descuentos en el cobro de los derechos de matrícula a estudiantes que demuestren excelencia académica.	<a href="http://www.udi.edu.co/">http://www.udi.edu.co/</a>

Fuente: elaboración propia con información de (UDI, 2015)

Anexo 3. Estrategia de comercialización de universidades latinoamericanas

Tabla 117. Estrategia de comercialización Universidad Tecnológica Nacional - Facultad regional Haedo

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	Dirigido a personas que quieran estar formados en todo el progreso científico aplicado a las ciencias básicas, de manera tal que se motive su imaginación creativa, dentro de la lógica física, matemática, y en actividades complementarias como organización y conducción.	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con una única sede principal en Buenos Aires, Argentina	Página oficial, redes de universidades.	Cuenta con becas de investigación, de servicio y de ayuda social económica para sus estudiantes, además de ser partícipes en programas de fomento académico de Argentina.	<a href="http://www.frh.utn.edu.ar/cms/index.php?seccion_generica_id=399">http://www.frh.utn.edu.ar/cms/index.php?seccion_generica_id=399</a>

Fuente: elaboración propia con información de (UDI, 2015)(Haedo, 2017)

Tabla 118. Estrategia de comercialización Universidad Nacional de la Plata

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeronáutica</p>	<p>Dirigido a personas que quieran tener la capacidad de realizar:                      Estudio, factibilidad, proyecto, planificación, dirección, construcción, instalación, puesta en marcha, operación, ensayos, mediciones, mantenimiento, reparación, modificación, transformación e inspección de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo, instalación de plantas propulsoras y auxiliares aeronáuticas y espaciales, sistemas de control, talleres aeronáuticos y de mantenimiento, laboratorios de todo tipo relacionados con los incisos anteriores, excepto obras civiles.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con una única sede principal en La Plata, Argentina</p>	<p>Página oficial, redes de universidades, redes sociales y ferias universitarias.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades, redes sociales y ferias universitarias.</p>	<p><a href="http://www.ing.unlp.edu.ar/ingenieria_aeronautica">http://www.ing.unlp.edu.ar/ingenieria_aeronautica</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Facultad de Ingeniería - UNLP - Ingeniería Aeronáutica, n.d.)

**Tabla 119. Estrategia de comercialización Universidad nacional de San Martín**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería espacial	<p>Dirigido a personas que deseen tener las siguientes capacidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemática, Física y Química.</li> <li>• Programación</li> <li>• Mecánica Orbital.</li> <li>• Diseño de cada uno de los sistemas y subsistemas de un satélite y sus sensores remotos, de las tecnologías de los lanzadores y transportes espaciales.</li> <li>• Gestión e implementación de proyectos en Ingeniería Espacial.</li> <li>• Higiene y seguridad en el ámbito laboral.</li> <li>• Legislación.</li> <li>• Economía y financiamiento de proyectos.</li> <li>• Sumará, además, una sólida práctica profesional.</li> </ul>	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con una única sede principal en San Martín (provincia de Buenos Aires), Argentina	Página oficial, redes de universidades	Cuenta con becas de continuidad para los estudiantes de bajos recursos económicos, becas de apuntes y movilidad, becas de ingreso y becas de excelencia, además de ser partícipes en programas de fomento académico de Argentina.	<a href="http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/369/cyt/espacial">http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/369/cyt/espacial</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad Nacional de San Martín, n.d.)

Tabla 120. Estrategia de comercialización Centro regional universitario Córdoba IUA

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeronáutica</p>	<p>Dirigido a personas que quieran tener la capacidad de realizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio, factibilidad, proyecto, planificación, dirección, construcción, instalación, puesta en marcha, operación, ensayos, mediciones, mantenimiento, reparación, modificación, transformación e inspección de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo, instalación de plantas propulsoras y auxiliares aeronáuticos y espaciales, sistemas de control, talleres aeronáuticos y de mantenimiento, laboratorios de todo tipo relacionados con los incisos anteriores, excepto obras civiles.</li> </ul>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con una única sede principal en Córdoba, Argentina</p>	<p>Página oficial, redes de universidades.</p>	<p>Cuenta con becas de excelencia académica, propias y patrocinadas por terceros, así como convenios con entidades gubernamentales.</p>	<p><a href="http://fi.iua.edu.ar/?page_id=310">http://fi.iua.edu.ar/?page_id=310</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Facultad de Ingeniería Centro Regional Universitario Córdoba IUA, n.d.)

Tabla 121. Estrategia de comercialización Universidad Nacional de Córdoba

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	Sin información	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con una única sede principal en Córdoba, Argentina	Página oficial, redes de universidades, redes sociales y ferias universitarias.	Es partícipe del Programa Nacional de Becas Bicentenario y TIC's, Programa de becas de la Fundación Roberto Roca, Programa de becas Fundación Tarpuy, Programa de becas de Educación Superior de Cilsa, Plan progresar. Cuenta además con su propio programa de becas.	<a href="http://www.portal.efn.uncor.edu/?page_id=22">http://www.portal.efn.uncor.edu/?page_id=22</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, n.d.)

Tabla 122. Estrategia de comercialización Universidad del Valle (UNIVALLE)

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	<p>Es conveniente que el aspirante a la carrera de Ingeniería Aeronáutica, además de haber cursado el Bachillerato, cuente con conocimientos sólidos de Física, Matemáticas y Química; así mismo, es importante que posea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disciplina para el estudio.</li> <li>• Actitud para el trabajo en equipos interdisciplinarios.</li> <li>• Aptitud para detectar, definir y aplicar el razonamiento científico al estudio y la solución de problemas prácticos.</li> <li>• Habilidad para el manejo de diferentes fórmulas y lenguajes de computación. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventiva y creatividad.</li> </ul> </li> <li>• Actitud responsable, positiva y emprendedora, a fin de realizar con seguridad y confianza en sí mismo, las tareas que le implique el ejercicio de su profesión.</li> </ul>	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Tiene su sede principal en Cochabamba, además de las de La Paz, Sucre y Trinidad, Bolivia.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Tiene becas sociales (Defunción, discapacidad y apoyo social), excelencia académica, convenios institucionales, comunidad universitaria, trabajo, prueba de aptitud académica y ayudantía.	<a href="http://www.univalle.edu/index.php/facultades/tecnologia/aeronautica">http://www.univalle.edu/index.php/facultades/tecnologia/aeronautica</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Univalle, n.d.)

Tabla 123. Estrategia de comercialización Universidad Federal de Minas Gerais

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeroespacial	El Bachillerato en Ingeniería Aeroespacial en la UFMG, creado en 2009, tiene como meta formar profesionales con fuerte base científica y tecnológica capaces de adquirir, aplicar, crear y desarrollar el conocimiento en las áreas específicas o relacionadas con la Ingeniería Aeroespacial. El curso presenta dos posibilidades de habilitación: Aeronáutica y Astronáutica, que cuentan con un elenco de disciplinas técnicas, científicas y humanísticas.	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Tiene su sede principal en Belo Horizonte, Brasil.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Hace parte de los programas de becas estatales y federales.	<a href="https://www.eng.ufmg.br/portal/graduacao/cursos/engenharia-aeroespacial/">https://www.eng.ufmg.br/portal/graduacao/cursos/engenharia-aeroespacial/</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Portal da Escola de Engenharia UFMG, n.d.)

**Tabla 124. Estrategia de comercialización Universidad de Brasilia**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
 <b>Universidade de Brasília</b>	Ingeniería Aeroespacial	Dirigido a personas que se quieran enmarcar en el desarrollo de actividades de diseño y fabricación de vehículos aéreos y espaciales y de sus partes, en la integración de sistemas aeroespaciales, en la planificación de la producción, así como en los servicios de mantenimiento y comercialización de productos y servicios aeroespaciales. El campo de aplicación incluye aviones de pasajeros y cargueros, helicópteros, cohetes, misiles, satélites y espaciadores, entre otros.	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con varias sedes en Brasilia, Brasil.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Sin información	<a href="https://fga.unb.br/aeroespacial">https://fga.unb.br/aeroespacial</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad de Brasilia, n.d.)

**Tabla 125. Estrategia de comercialización Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeroespacial</p>	<p>Personas que busquen tener conocimientos científicos y técnicos sólidos asociados con el desarrollo de la creatividad y la capacidad de adaptar nuevos retos tecnológicos en investigación, diseño, control, modelación, análisis, servicios, productos o sistemas aeroespaciales.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con varias sedes en Santa Maria, Brasil.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades y redes sociales.</p>	<p>Hace parte de los programas de becas estatales y federales.</p>	<p><a href="http://coral.ufsm.br/aeroespacial/index.php/menu-curso/informacoes-gerais">http://coral.ufsm.br/aeroespacial/index.php/menu-curso/informacoes-gerais</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidade Federal de Santa Maria, n.d.)

Tabla 126. Estrategia de comercialización Universidade Federal de Uberlândia

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	El Ingeniero Aeronáutico formado por la UFU estará capacitado para actuar en la concepción, fabricación y mantenimiento de aeronaves de alas fijas y rotativas, de pequeño, medio y grande porte, civiles y militares, y también en la planificación y gestión en empresas de transporte aéreo. En virtud de su formación sólida y amplia, podrá actuar en diversos sectores de la industria, en centros de investigación u organismos públicos, y estará apto para complementar su formación a nivel de postgrado (Especialización, Maestría o Doctorado)	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con varias sedes en Uberlândia, Brasil.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Hace parte de los programas de becas estatales y federales.	<a href="http://www.mecanica.ufu.br/aeronautica">http://www.mecanica.ufu.br/aeronautica</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Faculdade de Engenharia Mecânica, 2017)

**Tabla 127. Estrategia de comercialización Universidade de Sao Paulo**

<b>EMPRESA</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>PERSONAS</b>	<b>PRECIO</b>
	Ingeniería Aeronáutica	Sin información	Sin información
<b>PLAZA</b>	<b>PUBLICIDAD</b>	<b>PROMOCIÓN</b>	<b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>
Cuenta con una única sede en São Paulo, Brasil.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Hace parte de los programas de becas estatales y federales.	<a href="https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=18&amp;codcur=18070&amp;codhab=0&amp;tipo=N">https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=18&amp;codcur=18070&amp;codhab=0&amp;tipo=N</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Escola de Engenharia de São Carlos, 2017)

Tabla 128. Estrategia de comercialización Universidad Paulista

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeronáutica</p>	<p>El curso de Ingeniería Aeronáutica de la UNIP ofrece al alumno los conocimientos teóricos y prácticos relativos a la elaboración de proyectos y construcción de aeronaves. A partir de la formación básica en ingeniería, el curso enfatiza el estudio de estructuras, aerodinámica, propulsión, mecánica de vuelo, mantenimiento de aeronaves, con actividades prácticas en laboratorios de estructuras y simulación de estabilidad y control, equipados con tecnología avanzada. Todo el proyecto del curso posibilita la formación completa del profesional que actuará en las industrias aeronáutica, especial y de defensa.</p> <p>El profesional en Ingeniería Aeronáutica estará apto para actuar en el Mercado elaborando la concepción de proyectos y la fabricación de aeronaves de alas fijas y rotativas, así como de artefactos aeroespaciales.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>La Unip ofrece esta ingeniería en el campus San José de los Campos</p>	<p>Página oficial, redes sociales, call center.</p>	<p>Sin información</p>	<p><a href="https://www2.unip.br/portal.aspx">https://www2.unip.br/portal.aspx</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (“Universidade Paulista - UNIP,” 2017)

Tabla 129. Estrategia de comercialización Universidade estadual paulista Julio de Mesquita Filho

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ofrece la Ingeniería Aeronáutica: El curso de Ingeniería Aeronáutica de la Unesp, Câmpus de São João da Boa Vista, tiene una duración de 5 años y recibe 40 alumnos por año. El ingreso es por el vestibular de medio del año de la Unesp. El curso cuenta con laboratorios en las diferentes áreas y con un cuerpo docente altamente calificado e involucrado con enseñanza, investigación y extensión.</p>	<p>El curso de Ingeniería Aeronáutica proporciona a los alumnos sólidos conocimientos en matemáticas, física, mecánica, materiales, electrónica, telecomunicaciones, control, aerodinámica, estructuras aeronáuticas, motores, mecánica y sistemas de vuelo, instrumentación para la aviación, etc. Un ingeniero aeronáutico debe ser capaz de crear nuevas aplicaciones y nuevos conceptos. En el curso, esto será estimulado no sólo a través de una formación académica de calidad, sino también a través de pasantías, cursos específicos de emprendimiento e investigación. Las participaciones en intercambios académicos, proyectos de extensión, proyectos de iniciación científica y actividades de emprendedorismo serán incentivadas a lo largo del curso.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>La Unesp ofrece esta ingeniería en el campus de Sao Paulo.</p>	<p>Página oficial, redes sociales, emisora, revista institucional, periódico y portal de TV web</p>	<p>Hay varias modalidades de ayudas, como becas de iniciación científica, de extensión y de iniciación a la docencia, así como becas que adoptan criterios socioeconómicos como becas de apoyo al estudiante y auxilio de alquiler. La Universidad ofrece, además, la perspectiva de participación en programas de intercambio de estudiantes con beca concedida por la institución anfitriona, por agencias de fomento o por la propia Unesp.</p>	<p><a href="http://unan.unesp.br/acivideos/">http://unan.unesp.br/acivideos/</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidade estadual paulista Julio de Mesquita Filho, n.d.)

**Tabla 130. Estrategia de comercialización Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Licenciatura en Ingeniería Aeronáutica	Dirigido a personas que deseen ser un profesional con los fundamentos esenciales y competencias para formar parte de los equipos a cargo del diseño y mantenimiento de aeronaves y sus sistemas de apoyo, tales como estructuras, motores, instrumentos, sistemas de control, de navegación y comunicación, de aterrizaje, de acondicionamiento de cabina y de protección.	B/. 621.00
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Tiene su sede principal en Ciudad de Panamá, Panamá.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Ofrece becas para estudiantes de bajos recursos económicos.	<a href="http://www.fim.utp.ac.pa/licenciatura-en-ingenieria-aeronautica">http://www.fim.utp.ac.pa/licenciatura-en-ingenieria-aeronautica</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Facultad de Ingeniería Mecánica, 2017a)

**Tabla 131. Estrategia de comercialización Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Técnico en Ingeniería de Mantenimiento de Aeronaves con Especialización en Motores y fuselajes</p>	<p>El egresado de esta carrera está capacitado para proveer mantenimiento, reparar, resolver problemas, e inspeccionar sistemas aeronáuticos. Se capacita en soldadura en aeronáutica, hidráulica y neumática, estructuras aeronáuticas, mantenimiento y operación de motores, sistemas eléctricos, tren de aterrizaje, control de atmósfera y cabina, entre otros.</p>	<p>B/. 8,042.40</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Tiene su sede principal en Ciudad de Panamá, Panamá.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades y redes sociales.</p>	<p>Ofrece becas para estudiantes de bajos recursos económicos.</p>	<p><a href="http://www.fim.utp.ac.pa/tecnico-en-ingenieria-de-mantenimiento-de-aeronaves-con-especializacion-en-motores-y-fuselajes">http://www.fim.utp.ac.pa/tecnico-en-ingenieria-de-mantenimiento-de-aeronaves-con-especializacion-en-motores-y-fuselajes</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Facultad de Ingeniería Mecánica, 2017b)

Tabla 132. Estrategia de comercialización Universidad Nacional de Asunción

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeronáutica</p>	<p>En cuanto profesional de la Ingeniería formado en el Paraguay, el Ingeniero Aeronáutico egresado de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción será un especialista en su área con un sólido conocimiento de ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y aplicaciones de la Ingeniería Aeronáutica que actualice constantemente y emplee con criterio.</p> <p>El egresado tendrá capacidades de innovación, creatividad y habilidades específicas del área aeronáutica, centradas en las necesidades específicas del ámbito aeronáutico paraguayo, con proyección regional e internacional.</p> <p>Asimismo, contará con competencias necesarias para prever el comportamiento de un diseño o los resultados de un programa, para evaluar costos y beneficios de las actividades propuestas. Serán capaces de desarrollar las competencias necesarias para una educación permanente y continua, incluyendo estudios de postgrado.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Tiene 3 sedes, siendo la principal en Asunción, Paraguay.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades y redes sociales.</p>	<p>Cuenta con una beca de grado del rectorado de la universidad</p>	<p><a href="http://www.pol.una.py/?q=carreras">http://www.pol.una.py/?q=carreras</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Facultad Politécnica, n.d.)

Tabla 133. Estrategia de comercialización UNEFA Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	Sin información	Sin información
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con varias sedes a nivel nacional de Venezuela. El programa de Ingeniería Aeronáutica es ofrecido en Caracas y Maracay.</p>	<p>Página oficial, redes de universidades y redes sociales.</p>	<p>La UNEFA ofrece becas a estudiantes que se destaquen en actividades deportivas, culturales o académicas, así como a aquellos que requieran apoyo económico.</p>	<p><a href="http://www.unefa.edu.ve/portal/carreras_por_nucleos.php">http://www.unefa.edu.ve/portal/carreras_por_nucleos.php</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, n.d.)

Tabla 134. Estrategia de comercialización Universidad de Concepción

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
 Universidad de Concepción	Ingeniería civil aeroespacial	Profesionales capaces de cumplir con los requerimientos futuros de las actividades aeroespaciales nacionales, con énfasis en el diseño de sistemas mecánicos utilizados en dicha actividad.	\$ 4.084.000 Chile \$18'813.227,65 COP
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cuenta con una única sede en Concepción, Chile	Página oficial, redes de universidades.	Ofrece diversidad de becas por excelencia académica y a estudiantes que requieran apoyo económico.	<a href="http://admision.udec.cl/?q=node/46">http://admision.udec.cl/?q=node/46</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad de Concepción, 2017)

Tabla 135. Estrategia de comercialización Academia Politécnica Aeronáutica Fuerza Aérea de Chile

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeronáutica</p>	<p>El Perfil de Egreso de los/as Oficiales del Escalafón Ingenieros de la Academia Politécnica Aeronáutica, dice relación con el dominio de competencias que les permitirán analizar, evaluar y decidir sobre procesos de soporte y mantenimiento de aeronaves y sistemas afines, como también en el diseño y modificación de sistemas aeronáuticos, con el propósito de asegurar los niveles de operación requeridos por la Institución y basándose en criterios científicos, de gestión y aeronavegabilidad.</p> <p>Además los/as Oficiales egresados/as tendrán la capacidad de participar y dirigir equipos multidisciplinarios para el desarrollo de proyectos y de las actividades inherentes a su profesión.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Cuenta con una única sede en Santiago de Chile, Chile</p>	<p>Página oficial, redes de universidades.</p>	<p>Sin información</p>	<p><a href="http://apa.fach.cl/html/HOME_ing_aeronautica.html">http://apa.fach.cl/html/HOME_ing_aeronautica.html</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (APA - Academia Politécnica Aeronáutica, 2017)

Tabla 136. Estrategia de comercialización Universidad Autónoma de Chihuahua

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeroespacial</p>	<p>El ingeniero aeroespacial será capaz de analizar, diseñar, desarrollar y poner a prueba los sistemas que se emplean en el espacio terrestre, de la atmósfera y fuera de ella. Además estarán preparados para aplicaciones en las ciencias de la ingeniería, matemática, métodos computacionales, métodos experimentales modernos y en principios de ingeniería en sistemas de resolución de problemas a nivel industrial, también en la investigación y desarrollo de tecnología.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Tiene una única sede en Chihuahua, México</p>	<p>Página oficial, redes de universidades y redes sociales.</p>	<p>Ofrece becas para estudiantes de bajos recursos económicos que demuestren excelencia académica.</p>	<p><a href="http://www.uach.mx/academica_y_escolar/carreras/planes/2008/11/04/ingeniero_aeroespacial/">http://www.uach.mx/academica_y_escolar/carreras/planes/2008/11/04/ingeniero_aeroespacial/</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad Autónoma de Chihuahua, 2008)

**Tabla 137. Estrategia de comercialización Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeroespacial</p>	<p>Forma profesionistas en Ingeniería Aeroespacial, que sean capaces de analizar, sistematizar y diseñar elementos en aero estructuras, aviónica y sistemas de simulación aeronáutico, a través de la aplicación de procesos de fabricación y del modelado estructural de los componentes mecánicos, así como técnicas que integran dispositivos electrónicos-computacionales de las aeronaves, para optimizar, innovar y crear procesos tecnológicos de la industria manufacturera- electrónica en aeroespacial, todo esto con un compromiso responsable, solidario y humanista.</p>	<p>\$8.495 (Peso Mexicano)</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Tiene una única sede en Puebla, México</p>	<p>Página oficial, redes de universidades y redes sociales.</p>	<p>Ofrece becas para estudiantes de bajos recursos económicos que demuestren excelencia académica. Ofrece también apoyo financiero a sus estudiantes.</p>	<p><a href="http://www.upaep.mx/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=12126&amp;Itemid=167">http://www.upaep.mx/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=12126&amp;Itemid=167</a></p>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 2017)

**Tabla 138. Estrategia de comercialización Universidad Autónoma de Nuevo León**

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	Ingeniería Aeronáutica	<p>El candidato a ingreso al PE de Ingeniería Aeronáutica deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Conocimientos teóricos y prácticos en ciencias básicas, física y matemáticas.</li> <li>•Habilidades analíticas para la solución de problemas abstractos.</li> <li>•Habilidades y aptitudes hacia las ciencias y la tecnología.</li> <li>•Aplicar el sentido común en beneficio de la sociedad.</li> <li>•Uso de la metodología científica.</li> <li>•Gusto por el diseño y construcción de objetos de interés para la Ingeniería Aeronáutica.</li> <li>•Interés por los mecanismos de los fenómenos físicos de su entorno.</li> <li>•Comprensión, manejo y aplicación de la información formulada en diversos lenguajes: gráficos, simbólicos y computacionales.</li> <li>•Habilidades para el trabajo en laboratorio y talleres con el equipo especializado.</li> <li>•Habilidades de comunicación oral y escrita.</li> <li>•Habilidad en el dominio de un segundo idioma, preferentemente inglés.</li> <li>•Honestidad, honradez, liderazgo, proactivo, sentido crítico, sentido común, aptitud para las ciencias.</li> </ul>	\$2.705 (Peso Mexicano)
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
La Universidad Autónoma de Nuevo León cuenta con siete campus repartidos en el área metropolitana de Monterrey, así como en los municipios de Sabinas Hidalgo y Linares, Nuevo León, México.	Página oficial, redes de universidades y redes sociales.	Ofrece becas para estudiantes que demuestren excelencia académica.	<a href="http://www.uanl.mx/oferta/ingenieria-aeronautica.html">http://www.uanl.mx/oferta/ingenieria-aeronautica.html</a>

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2017)

Tabla 139. Estrategia de comercialización Universidad Autónoma de Baja California

EMPRESA	PRODUCTO	PERSONAS	PRECIO
	<p>Ingeniería Aeroespacial.</p>	<p>Las personas a las que va dirigido el programa de ingeniería espacial deberán poseer conocimientos en física, química, matemáticas, administración, ciencias sociales y humanísticas.</p> <p>Habilidades para analizar e interpretar problemas, el manejo de computadora, el manejo de material y equipo de laboratorio, integrarse en equipos de trabajo con organización y disciplina.</p> <p>Actitudes de iniciativa y creatividad, razonamiento verbal y matemático, interés en el empleo y desarrollo de sistemas aeroespaciales, manifiesten responsabilidad e interés por aprender, capacidad de análisis, de abstracción y de resolución de problemas, interés de participar en desarrollo de actividades en equipo, pensamiento analítico, tendencia a la optimización y búsqueda de superación profesional con competitividad.</p> <p>Valores como respeto y aprecio por el medio ambiente, Toma de decisiones responsables y Tolerancia en las relaciones.</p>	<p>Sin información</p>
PLAZA	PUBLICIDAD	PROMOCIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Este programa académico se ofrece en dos sedes</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Campus Tijuana, Unidad Valle de las Palmas.</li> <li>2. Campus Mexicali, Unidad Mexicali</li> </ol>	<p>Página oficial, redes sociales, emisora y portal de TV web.</p>	<p>Beca Patrocinio</p> <p>Es aquella que se constituye por donaciones o legados que se transfieren al Fondo Universitario de Becas, para que la Universidad las administre; a cambio la UABC entregará al patrocinador un recibo deducible para efectos fiscales correspondiente al monto de la beca otorgada al estudiante. Los beneficiarios de las Becas Patrocinio quedarán obligados a restituir al Fondo al menos el cincuenta por ciento del monto de las aportaciones recibidas. Los padres o tutores no podrán ser patrocinadores de sus hijos.</p> <p>Beca Compensación</p>	<p><a href="http://www.uanl.mx/oferta/ingenieria-aeronautica.html">http://www.uanl.mx/oferta/ingenieria-aeronautica.html</a></p>

		<p>Se otorga a los alumnos que colaboran en las unidades académicas, bibliotecas, laboratorios, talleres y demás instalaciones universitarias, auxiliando en actividades académicas o administrativas.</p> <p style="text-align: center;">Beca Investigación</p> <p>Se otorga a los alumnos que participan como tesistas o auxiliares en proyectos de investigación, autorizados por la Coordinación de Posgrado e Investigación de la Universidad.</p> <p style="text-align: center;">Beca Vinculación</p> <p>Esta beca consiste en aportaciones económicas que se podrán otorgar a los alumnos, para movilidad, intercambio académico, realización de prácticas profesionales o prestación de servicio en programas de vinculación que desarrolla la Universidad, a través de convenios específicos con otras instituciones.</p>	
--	--	--	--

Fuente: elaboración propia con información de (Universidad Autónoma de Baja California, 2016)

**Anexo 4. Academic Ranking of World Universities in Engineering/Technology and Computer Sciences - 2016**

Ranking	Universidad	País	Puntuación total	Continente
1	Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts (ABET)		100.0	Norte América
2	Universidad de Stanford		91.6	Norte América
3	Universidad de California-Berkeley		85.7	Norte América
4	Universidad de Illinois en Urbana-Champaign		83.2	Norte América
5	Universidad de Texas en Austin		82.0	Norte América
6	The Imperial College of Science, Technology and Medicine		81.0	Europa
7	Instituto de Tecnología de Georgia		80.0	Norte América
8	Universidad de Michigan-Ann Arbor		79.4	Norte América
9	Universidad Carnegie Mellon		78.0	Norte América
10	Universidad de Texas A&M		76.5	Norte América
11	Universidad Tecnológica de Nanyang		76.1	Asia
12	Universidad de Tsinghua		76.0	Asia
13	Universidad de Cambridge		75.9	Europa
14	Universidad de California, San Diego		75.6	Norte América
14	Instituto Federal Suizo de Tecnología de Lausana		75.6	Europa
16	Universidad Estatal de Pensilvania - University Park		75.5	Norte América
17	Universidad Nacional de Singapur		75.0	Asia
17	Universidad de California, Santa Bárbara		75.0	Norte América
19	Universidad de Purdue - Lafayette del Oeste		74.9	Norte América
20	Instituto de Tecnología de California		72.6	Norte América
21	Universidad del Noroeste		72.5	Norte América
22	Universidad de Princeton		72.3	Norte América
23	Universidad de Toronto		72.1	Norte América
23	Instituto de Tecnología de Harbin		72.1	Asia
25	Universidad del Sur de California		71.0	Norte América
25	Universidad de Harvard		71.0	Norte América
27	Universidad de la Ciudad de Hong Kong		70.9	Asia
28	Universidad Jiaotong de Shanghái		70.8	Asia
29	Universidad de Minnesota, Twin Cities		70.5	Norte América
30	Universidad de California, Los Ángeles		70.1	Norte América
31	Universidad de Maryland, College Park		69.5	Norte América
32	Universidad Pierre y Marie Curie - París VI		69.4	Europa
32	Universidad Estatal de Carolina del Norte - Raleigh		69.4	Norte América

Ranking	Universidad	País	Puntuación total	Continente
32	Universidad de Washington		69.4	Norte América
35	Universidad Estatal de Ohio - Columbus		69.3	Norte América
36	Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich		69.1	Europa
37	Universidad de Cornell		69.0	Norte América
38	Universidad Técnica de Dinamarca		68.9	Europa
39	Universidad de Tohoku		68.6	Asia
40	Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong		68.3	Asia
41	Universidad de Nueva Gales del Sur		67.3	Oceanía
42	Universidad Nacional de Taiwán		67.1	Asia
43	Universidad de Ciencias y Tecnología de China		66.7	Asia
44	Technion-Instituto Tecnológico de Israel		66.0	Asia
45	Universidad Rey Abdulaziz		65.9	Asia
46	Universidad de Melbourne		65.2	Oceanía
47	Universidad de Waterloo		65.1	Norte América
48	Universidad de Tecnología del Sur de China		64.7	Asia
49	Universidad de Tecnología de Eindhoven		64.5	Europa
50	Universidad Jiaotong de Xi'an		63.8	Asia
101-150	Universidad Tecnológica de Sídney			Asia
101-150	Universidad Tecnológica de Chalmers			Europa
101-150	Universidad Rey Saud			Asia
101-150	Universidad Rey Fahd de Petróleo y Minerales			Asia
101-150	Universidad Politécnica de Cataluña			Europa
101-150	Universidad Nacional Tsing Hua			Asia
101-150	Universidad Nacional Sun Yat-sen			Asia
101-150	Universidad Joseph Fourier de Grenoble			Europa
101-150	Universidad de Warwick			Europa
101-150	Universidad de Upsala			Europa
101-150	Universidad de Twente			Europa
101-150	Universidad de Tongji			Asia
101-150	Universidad de Tianjin			Asia
101-150	Universidad de Tecnología de Delft			Europa
101-150	Universidad de Tecnología de Dalian			Asia
101-150	Universidad de Sídney			Asia
101-150	Universidad de Sheffield			Europa
101-150	Universidad de São Paulo			Suramérica
101-150	Universidad de Nueva York			Asia

Ranking	Universidad	País	Puntuación total	Continente
101-150	Universidad de Newcastle			Oceanía
101-150	Universidad de Nankín			Asia
101-150	Universidad de Nankai			Asia
101-150	Universidad Estatal de Míchigan			Norte América
101-150	Universidad Estatal de Iowa			Norte América
101-150	Universidad de Utah			Norte América
101-150	Universidad de Notre Dame			Norte América
101-150	Universidad de Montreal			Norte América
101-150	Universidad de Lund			Europa
101-150	Universidad de Lisboa			Europa
101-150	Universidad de Kyushu			Asia
101-150	Universidad de McGill			Norte América
101-150	Universidad de Houston			Norte América
101-150	Universidad de Florida			Norte América
101-150	Universidad de Granada			Europa
101-150	Universidad de Gante			Europa
101-150	Universidad de Delaware			Norte América
101-150	Universidad de Arizona			Norte América
101-150	Universidad de Donghua			Asia
101-150	Rutgers, Universidad Estatal New Jersey - New Brunswick			Norte América
101-150	Universidad de Curtin			Oceanía
101-150	Universidad de Ciencias de Malasia			Asia
101-150	Universidad de Ciencia y Tecnología del Este de China			Asia
101-150	Universidad de Burdeos			Europa
101-150	Universidad de Birmingham			Europa
101-150	Universidad de Beihang			Asia
101-150	Universidad de Adelaida			Oceanía
101-150	Instituto Tecnológico de Tokio			Asia
101-150	Instituto Tecnológico de Karlsruhe			Europa
101-150	Instituto Politécnico de Turín			Europa
101-150	Instituto Indio de Ciencia			Asia
151-200	Universidad Tecnológica de Graz			Europa
151-200	Universidad Técnica de Dresden			Europa
151-200	Universidad Sungkyunkwan			Asia
151-200	Universidad Sun Yat-sen			Asia
151-200	Universidad RWTH Aachen			Europa
151-200	Universidad Politécnica del Noroeste			Asia

Ranking	Universidad	País	Puntuación total	Continente
151-200	Universidad Politécnica de Valencia			Europa
151-200	Universidad Politécnica de Madrid			Europa
151-200	Universidad Paul Sabatier (Toulouse III)			Europa
151-200	Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología - NTNU			Europa
151-200	Universidad Nacional de Ciencias y Tecnología de Taiwán			Asia
151-200	Universidad Nacional Australiana			Oceanía
151-200	Universidad de Yonsei			Asia
151-200	Universidad de Xidian			Asia
151-200	Universidad de Xiamen			Asia
151-200	Universidad de Wuhan			Asia
151-200	Universidad de Tecnología Sharif			Asia
151-200	Universidad de Tecnología de Wuhan			Asia
151-200	Universidad de Tecnología de Nanjing			Asia
151-200	Universidad de Tecnología de Amirkabir			Asia
151-200	Universidad de Soochow			Asia
151-200	Universidad de Sichuan			Asia
151-200	Universidad de Shandong			Asia
151-200	Universidad de Roma - La Sapienza			Europa
151-200	Universidad de Porto			Europa
151-200	Universidad de Lorraine			Europa
151-200	Universidad de Liverpool			Europa
151-200	Universidad de Leeds			Europa
151-200	Universidad de Jilin			Asia
151-200	Universidad de Jiangnan			Asia
151-200	Universidad de Hokkaido			Asia
151-200	Universidad de Hanyang			Asia
151-200	Universidad Estatal de Nueva York en Buffalo			Norte América
151-200	Universidad de Virginia			Norte América
151-200	Universidad de Pittsburgh-Campus de Pittsburgh			Norte América
151-200	Universidad de Carolina del Sur - Colombia			Norte América
151-200	Universidad de Ciencia y Tecnología de Nanjing			Asia
151-200	Universidad de Ciencia y Tecnología de Beijing			Asia
151-200	Universidad de Akron			Norte América
151-200	Instituto Politécnico Rensselaer			Norte América
151-200	Universidad de Bolonia			Europa

Ranking	Universidad	País	Puntuación total	Continente
151-200	Universidad de Aveiro			Europa
151-200	Universidad Claude Bernard Lyon 1			Europa
151-200	Universidad Católica de Lovaina			Europa
151-200	Universidad Aix-Marseille			Europa
151-200	Universidad Aalto			Europa
151-200	Segunda Universidad de Nápoles			Europa
151-200	Instituto Tecnológico de Beijing			Asia
151-200	Instituto Indio de Tecnología de Madras			Asia
151-200	INSA de Lyon			Europa
51-75	Universidad Técnica de Múnich			Europa
51-75	Universidad Rey Abdullah de Ciencia y Tecnología			Asia
51-75	Universidad Nacional de Seúl			Asia
51-75	Universidad Nacional Chiao Tung			Asia
51-75	Universidad Nacional Cheng Kung			Asia
51-75	Universidad del Sudeste			Asia
51-75	Universidad de Zhejiang			Asia
51-75	Universidad de Tel Aviv			Asia
51-75	Universidad de Teherán			Asia
51-75	Universidad de Southampton			Europa
51-75	Universidad de Oxford			Europa
51-75	Universidad de Monash			Oceanía
51-75	Universidad de Fudan			Asia
51-75	Universidad de Corea			Asia
51-75	Universidad Rice			Norte América
51-75	Universidad Estatal de Arizona			Norte América
51-75	Universidad de Wisconsin - Madison			Norte América
51-75	Universidad de Duke			Norte América
51-75	Universidad de Colorado en Boulder			Norte América
51-75	Universidad de Brístol			Europa
51-75	Universidad de California, Irvine			Norte América
51-75	Universidad de California, Davis			Norte América
51-75	Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia			Norte América
51-75	Universidad China de Hong Kong			Asia
51-75	KU Leuven			Europa
76-100	Universidades en Manchester			Europa
76-100	Universidad Politécnica de Hong Kong			Asia
76-100	Universidad Erlangen-Nüremberg			Europa

Ranking	Universidad	País	Puntuación total	Continente
76-100	Universidad de Tokio			Asia
76-100	Universidad de Queensland			Oceanía
76-100	Universidad de Pekín			Asia
76-100	Universidad de Osaka			Asia
76-100	Universidad de Linköping			Europa
76-100	Universidad de Kioto			Asia
76-100	Universidad de Hong Kong			Asia
76-100	Universidad de Ciencias y Tecnología de Pohang			Asia
76-100	Universidad de Ciencia y Tecnología de Huazhong			Asia
76-100	Universidad de Aalborg			Europa
76-100	Universidad Central del Sur			Asia
76-100	Universidad Johns Hopkins			Norte América
76-100	Universidad de Tennessee - Knoxville			Norte América
76-100	Universidad de Pennsylvania			Norte América
76-100	Instituto Real de Tecnología			Europa
76-100	Universidad de Massachusetts Amherst			Norte América
76-100	Universidad de Columbia Británica			Norte América
76-100	Instituto Politécnico de Milán			Europa
76-100	Universidad de Columbia			Norte América
76-100	Universidad de Alberta			Norte América
76-100	Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea			Asia
76-100	Escuela Universitaria de Londres			Europa

\* Institutions within the same rank range are listed alphabetically.

Fuente: información tomada de (Shanghai Ranking Consultancy, 2016a)

**Anexo 5. Universidades que imparten estudios de Ingeniería Aeroespacial**

<b>PAÍSES INTERNACIONALES</b>
Universidad Técnica de Múnich
University of Adelaide
Monash University
University of New South Wales
University of Queensland
Queensland University of Technology
RMIT University
Catholic University of Louvain
Universidad de São Paulo
Universidade Federal de Minas Gerais
University of Toronto
University of Manitoba
Universidad Tsinghua
Universidad Fudan
Harbin Institute of Technology
Pusan National University
Universidad Politécnica de Valencia
Arizona State University (ABET)
University of Arizona (ABET)
Boston University (ABET)
University of California, Davis (ABET)
University of California, Irvine (ABET)
University of California, Los Ángeles (ABET)
University of California, San Diego(ABET)
Case Western Reserve University(ABET)
University of Colorado at Boulder(ABET)
University of Florida (ABET)
Georgia Institute of Technology(ABET)
University of Illinois at Urbana-Champaign (ABET)
University of Kansas (ABET)
University of Maryland, College Park(ABET)
Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts (ABET)
University of Miami
University of Michigan (ABET)
University of Minnesota (ABET)
University at Buffalo (ABET)

<b>PAÍSES INTERNACIONALES</b>
North Carolina State University (ABET)
University of Notre Dame (ABET)
Oklahoma State University (ABET)
The Pennsylvania State University(ABET)
Princeton University (ABET)
Purdue University (ABET)
University of Southern California(ABET)
Stanford University
University of Tennessee at Knoxville(ABET)
Texas A&M University (ABET)
University of Texas at Austin (ABET)
Virginia Polytechnic Institute and State University (ABET)
University of Virginia (ABET)
University of Washington (ABET)
National and Kapodistrian University of Athens
Indian Institute of Science, Bangalore
Universidad de tecnología Amirkabir
Technion-Israel Institute of Technology
University of Padua
University of Bologna
University of Pisa
Universidad de Kyoto (京都大学 <sup>?</sup> )
Universidad de Kyushu (九州大学 <sup>?</sup> )
Universidad de Nagoya
Universidad de Tohoku (東北大学 <sup>?</sup> )
Instituto Tecnológico de Tokio (東京工業大学 <sup>?</sup> )
Universidad de Tokio (東京大学 <sup>?</sup> )
Universidad de Waseda (早稲田大学 <sup>?</sup> )
Universiti Sains Malaysia
Universiti Putra Malaysia
Delft University of Technology
University of Cambridge
The Imperial College of Science, Technology and Medicine
The University of Manchester
University of Bristol
The University of Sheffield
University of Leeds
University of Liverpool

**PAÍSES INTERNACIONALES**

University of Southampton

The University of Glasgow

Queen's University Belfast

University of the Witwatersrand

Fuente: (Wikipedia, 2017)



Materias	Universities																		TOTAL												
	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University	Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology	University of Colorado at Boulder	University of Kyushu		Universidade Feredal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid
Introduction to Computer Science and Programming	1	1		1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1						1						1	1	1	6
Materials and structures	1	1	2	1	2	1	1	1	1					1			1				1		1					1	1	1	8
Signals and systems	1			1	1					1						1			1									1			7
Fluid Dynamics	1					1		1	1	1	1		1	1							1	1			1	1		1	1	1	3
Thermodynamics	1	1	2	1	1	1		1	1			1	1	1	1		1		1		1	1	1		1			1	1	1	22
Principles of Automatic Control	1		1		1	1				1									1		1								1	1	9
Dynamics	1	1	1	1		1						1	1			1		1	1	1							1			1	2
Fluids and aerodynamics	1	1	2	1			1	1	1																						8
Differential Equations	1		1			2		1				1					1					1	1		1			1			1
Statistics and Probability	1		1					1				1	1				1					1							1	1	9
Aerodynamics	1			1	2	1	1	1		1						1	1					1	1	1		1	1	1	1	1	8

Materias	Instituciones																	TOTAL														
	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University	Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology	University of Colorado at Boulder		University of Kyushu	Universidade Federal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid	
Structural Mechanics	1		1		2	1	1	1	1								1															9
Aerospace Propulsion	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			1									1	1	1	1	1	1	1	7
Computational Methods in Aerospace Engineering	1	1	1													1						1										5
Feedback Control Systems	1	1														1		1														4
Introductory Digital Systems Laboratory	1															1																2
Real-Time Systems and Software	1																															1
Communication Systems and Networks	1	1						1						1	1							1							1	1		8
Human Systems Engineering	1																															1
Principles of Autonomy and Decision Making	1	1																														2
Flight Vehicle Engineering	1				1	1	1			1	1	1								1						1	1	1	1	1	1	3
Space Systems Engineering	1	1	2			1	1						1	1													1	1	1			1
Robotics: Science and Systems	1												1																			2

Materias	Instituciones																TOTAL															
	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University	Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology		University of Colorado at Boulder	University of Kyushu	Universidade Federal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid	
Experimental Projects	2			2	1					1						1	1			1						1	1		1		1	2
Flight Vehicle Development	1				1				1																							3
Space Systems Development	1												1																			2
Heat and Light		1											1				1															3
Engineering of Systems		1																	1	1												3
Introduction to Aeronautics and Astronautics		1	1	1		1	1																		1	1						7
Atmospheric Flight		1			1							1	1				1								1							6
Introduction to Applied Aerodynamics		1																	1													2
Introduction to Space Policy		1								1											1											3
Lightweight Structures		1																														1
Mechanics of Composites		1																			1									1		3
Flight Mechanics and Controls		1																									1	1	1			4
Embedded Programming		1																														1

Materias	Universities										TOTAL																				
	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University		Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology	University of Colorado at Boulder	University of Kyushu	Universidade Federal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid
Space Mechanics		1	1															1													3
The Spirit of Entrepreneurship		1																										1		2	
Engineering Orientation			1																										1	2	
Introductory Matrix Theory			1			1																								2	
Calculus III			1	1	1																	1	1				1			6	
Aerospace Flight Mechanics			1	1	1		1						1													1				6	
Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Navigation and Control			1													1										1	1			4	
Elec & Electronic Circuits			1	1		1	1	1	1					1	1						1				1		1				1
Introduction to Statics			1	1		1														1	1						1				7
Introductory Dynamics			1																				1								2
Elective General Education Social and Behavioral Sciences			1																												1
Advanced Composition			1	2	1	2				1																					7

Materias	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University	Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology	University of Colorado at Boulder	University of Kyushu	Universidade Federal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid	TOTAL
	Engineering Design Graphics			1	1	1		1	1						1																1
Engineering Computation			1				1														1										3
Structural Dynamics			1	1																											2
Flight Control Systems			1																	1					1						3
Aircraft Performance				1							1											1									3
Engineering Ethics				1									1											1							3
Introduction to Aerodynamics				1																		1									2
Introduction to Structural Analysis				1					1																						2
Management and Business for Aeronautical Engineers				1									1																		2
L1 Applications				1																											1
L2 Applications				1																											1
L3 Applications				1																											1
Manufacturing Processes				1													1	1		1						1	1	1	1	7	

Materias	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University	Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology	University of Colorado at Boulder	University of Kyushu	Universidade Federal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid	TOTAL
	Technology, Business and the Market for Aeronautical Engineers				1				1																						
Airframe Design				1																											1
Finite Elements				1								1									1								1	1	5
Wing Design				1														1												1	3
Scientific Foundations of Health						1										1															2
Mechanics of Deformable Bodies						1																									1
Technical Communications for Aerospace Engineers						1	1								1																3
System Dynamics and Vibration						1	1			1				1							1	1			1					1	8
Experiments in Fluid and Solid Mechanics						1	1				1					1	1														5
Spacecraft Flight Dynamics						1				1												1			1						4
Aircraft and Spacecraft Structures							1															1			1		1	1			5
Aircraft Dynamics and Control							1						1																		2
Mechanical Engineering								1			1	1	1	1															1	1	7

Materias	Massachusetts Institute of Technology	Stanford University	Illinois University	Texas University	The Imperial College of Science, Technology and Medicine	Georgia Institute of Technology	University of Michigan	Universidad de Tsinghua	Cambridge University	Purdue University	Princeton University	University of Arizona	Delft University of Technology	Universidad de Tohoku	University of New South Wales	Technion-Israel Institute of Technology	University of Colorado at Boulder	University of Kyushu	Universidade Federal de Minas Gerais	Pusan National University	Universidad Politécnica de Valencia	Arizona State University	University of Colorado	Monash University	Universidad de Kyoto	The Pennsylvania State University	University of Queensland	Universidad de Antioquia	Universidad Politécnica de Cataluña	Universidad Politécnica de Madrid	TOTAL
	Electrical and Information Engineering									1						1														1	
Mathematical Methods									1		1		1			1													1		5
Structural design									1													1									2
Product design									1																						1
Presentation skills									1																						1
Laboratory experiments									1				1																		2
Information Engineering									1																						1
Aeromechanics										2																					2
Rocket and Air-Breathing Propulsion Tech											1	1	1			1															4
Introduction to aerospace engineering												1	1	1				1	1												5
Combustion engineering										1				1		1		1													4

Fuente: los autores con información del plan de estudios de las universidades

**Anexo 7. Detalle perfil docentes en las universidades internacionales seleccionadas**

**Anexo 8. Detalle laboratorios en las universidades internacionales seleccionadas**

**Anexo 9. Procesos de reclutamiento, selección, ingreso y promoción.**

## RECLUTAMIENTO

La Escuela realiza el proceso de reclutamiento del personal administrativo a través del área de Recursos Humanos. Una vez se realiza la solicitud del perfil del cargo vacante, el área encargada realiza la búsqueda de aspirantes a través de: avisos clasificados, referidos, asociaciones y oficinas de egresados de instituciones de educación superior, empresas temporales, páginas de internet de ofertas laborales y convocatoria interna.

Por su parte, el proceso de reclutamiento de profesores está a cargo de la Vicerrectoría Académica<sup>29</sup>. Una vez las Decanaturas lanzan la convocatoria para el cargo vacante, la Vicerrectoría Académica la publica en la plataforma de Servicios Académicos, la cual está abierta al público interno y externo y recibe las hojas de vida de los aspirantes.

## SELECCIÓN

### 1. Selección de personal administrativo<sup>30</sup>:

#### Aplicación de pruebas técnicas y psicotécnicas.

La Escuela cuenta, actualmente, con 6 baterías de pruebas psicotécnicas y un grupo de pruebas técnicas diseñadas por las diferentes áreas.

#### Pruebas psicotécnicas

- **NEO PI-R:** ofrece una medida abreviada de las cinco principales dimensiones o factores de la personalidad y de algunos de los más importantes rasgos o facetas que definen cada dimensión. En conjunto las 5 escalas fundamentales y las 30 escalas parciales, permiten una evaluación global de la personalidad del candidato.
- **BIP:** evalúa elementos clave de motivación, competencias sociales, aspectos de constitución psicológica y conductas orientadas a la tarea, incluyendo además una escala de distorsión de la imagen para contrastar la validez de los resultados obtenidos.
- **PPG-IPG:** la prueba es el resultado de la unión de dos instrumentos: (PPG) “**Perfil Personal**” y el (IPG) “**Inventario Personal**”. Ambas pruebas ofrecen medidas complementarias de la personalidad, de modo que su integración en una única prueba permite obtener una información de gran riqueza y utilidad. Esta prueba logra evaluar 8 rasgos básicos de la personalidad y una medida de autoestima.
- **EMA:** aborda tres dimensiones: asertividad indirecta, no asertividad y asertividad, las cuales expresan la habilidad o inhabilidad que tenga la persona para autoafirmarse en diversas situaciones en su entorno social.
- **Test Wartegg:** es un instrumento proyectivo de evaluación de la personalidad. A través de trazos, motiva al candidato a realizar dibujos que muestran sus vivencias y expresan su comportamiento ante el estímulo y el área que se explora.

---

<sup>29</sup> Información suministrada por Ximena Hernández, Vicerrectoría Académica

<sup>30</sup> Información suministrada por la profesora Claudia María Jaramillo

- **Evaluación de competencias.**

En aras del continuo mejoramiento del proceso de selección, se estudia la implementación de diferentes tipos de pruebas que suplan las necesidades de la Escuela. Tiempo estimado: aplicación e interpretación: 2 horas por candidato.

## **Entrevistas**

### **Entrevista de preselección:**

Es realizada por el Profesional de Recursos Humanos. A través de una serie de preguntas claves, se indaga si el candidato posee las competencias específicas requeridas por el perfil del cargo; se exploran diferentes áreas del candidato: ámbito familiar, formación académica, experiencia laboral, intereses, metas, proyectos a corto y largo plazo y proyección en el cargo al que aplica.

Tiempo estimado: 1 hora por candidato.

### **Entrevista director del área solicitante del proceso:**

El director de área se encarga de validar y constatar si el candidato se ajusta al perfil requerido por su unidad y evalúa el grado de afinidad con el candidato.

Tiempo estimado: 1 hora por candidato. Depende de la disponibilidad del director del área solicitante del proceso.

### **Entrevista con el Vicerrector Administrativo.**

## **Referenciación**

Se indagan aspectos laborales del candidato mediante confirmación de la experiencia que menciona en la hoja de vida. Se ubica telefónicamente al jefe inmediato referido para cada empresa con el fin de explorar aspectos relacionados con: vigencia del contrato, desempeño, competencias, relaciones interpersonales, y motivo del retiro.

Tiempo estimado: ½ día hábil por candidato.

## **Confirmación de títulos académicos**

Se realiza la confirmación de la validez de los títulos académicos directamente con las instituciones de educación superior.

## **Informe de selección**

Una vez evaluado cada candidato se elabora un informe escrito que contiene los resultados de las etapas anteriormente mencionadas y el nivel de cumplimiento del perfil. Tiempo estimado: 1 día hábil por candidato.

## **Estudios de seguridad**

Para algunos cargos relacionados con el manejo de dineros se realiza:

- Visita domiciliaria.
- Estudio de seguridad. Se indaga sobre: antecedentes judiciales.

De todos los candidatos a vincular, antes de su contratación se buscan los antecedentes de Policía, Procuraduría y Contraloría.

Tiempo estimado: 5 días hábiles por candidato.

## **Examen médico pre ocupacional**

El área de Medicina del Trabajo, de Bienestar Universitario, realiza el examen pre-ocupacional del candidato con el fin de definir si presenta algún tipo de limitación para su desempeño.

Tiempo estimado: 1 día hábil por candidato.

## **Toma de decisión**

Con base en los resultados obtenidos durante el proceso de selección, el jefe inmediato del área solicitante, informa su decisión final para la vinculación del candidato seleccionado.

Tiempo estimado: depende del Jefe inmediato.

### **2. Selección de personal docente<sup>31</sup>:**

De acuerdo con el Estatuto de Profesores, la vinculación del personal docente se hará por concurso. Una vez se reciben las hojas de vida de los candidatos a través de la plataforma de Servicios Académicos se realiza una calificación por puntaje, la cual puede ser a través de entrevista laboral o verificación de perfil.

Una vez se cierra la convocatoria se cita al Comité de Evaluación, el cual es el encargado de verificar los puntajes de cada candidato y definir, según los requerimientos de perfil, el candidato con mayor puntaje acumulado.

## **INGRESO**

### **1. Cronograma de ingreso:**

El cronograma de ingreso de personal, que se presenta en la Tabla 140, no contempla retiros de personal, teniendo en cuenta la razón de ser de la Escuela y los periodos lectivos.

Tampoco tiene en cuenta el ingreso del Coordinador de Laboratorio y los Auxiliares de Laboratorio, ya que su ingreso se requerirá en el tercer (3°) o cuarto (4°) año, es decir,

---

<sup>31</sup> Información suministrada por Ximena Hernández, Vicerrectoría Académica

cuando los estudiantes del programa se encuentren cursando asignaturas de nivel 3 en el sexto (6°) y séptimo (7°) semestre.

**Tabla 140. Cronograma de ingreso de personal.**

CARGO	AÑO 2019												AÑO 2020											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Decano																								
Profesor instructor																								
Profesor asistente																								
Secretaria																								

Fuente: elaboración propia

## 2. Inducción<sup>32</sup>

### Objetivo general

- El programa de inducción es un instrumento con el cual se pretende lograr que los nuevos integrantes de la institución se adapten, identifiquen y desarrollen compromiso y sentido de pertenencia hacia la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- La inducción facilita el conocimiento, integración, adaptación y socialización del nuevo trabajador a la institución, a las funciones y responsabilidades que tendrá a su cargo dentro de su puesto de trabajo y como integrante de la comunidad universitaria.

### Objetivos específicos

Por medio del programa de inducción se pretende:

- Dar a conocer aspectos fundamentales de la Escuela tales como: historia, estructura organizacional, lineamientos de políticas, misión, visión, valores, símbolos y reglamentaciones institucionales, de modo que el quehacer del nuevo miembro de la institución pueda desempeñarse asertivamente y tenga un conocimiento general de la Escuela.
- Facilitar la ubicación y familiarización con el Campus del nuevo integrante de la comunidad institucional.
- Informar las diferentes actividades que se desarrollan al interior de la Escuela, programas y planes de bienestar que brinda la institución a sus trabajadores, así como el plan de emergencias.
- Propiciar la identificación con el equipo y sitio de trabajo de tal forma que pueda interactuar positivamente con jefes y compañeros.
- Dar a conocer aspectos básicos del cargo como: descripción y principales responsabilidades del cargo, elementos específicos de trabajo (mobiliario, equipos e instrumentos y suministros necesarios).

<sup>32</sup> Información suministrada por la profesora Claudia María Jaramillo

- Explicar las condiciones de trabajo: horario, recesos, manejo del correo personal, políticas y requerimientos de tiempo extra, días de pago y procedimientos para recibir el mismo, cumplimiento de responsabilidades, manejo de información confidencial, pautas de conducta, uso uniforme (si aplica) y de elementos de protección personal (si aplica).

### **Parámetros generales**

- Todo el personal nuevo que ingrese a la institución participará en el proceso de inducción para que cuente con la información necesaria y para que se identifique con la Escuela, con el cargo y con el equipo de trabajo, de modo que su incorporación sea grata y pueda lograr un adecuado ajuste a las condiciones laborales.
- La Dirección de Recursos Humanos será la encargada de ejecutar el programa de inducción institucional en coordinación las diferentes áreas que deban participar en la misma.
- El Programa de Inducción se evaluará periódicamente por parte de la Dirección de Recursos Humanos, con el fin de realizar los ajustes necesarios que aseguren la permanencia, actualización y pertinencia del programa.

### **Parámetros específicos**

Para el desarrollo del proceso de inducción la Dirección de Recursos Humanos realiza las siguientes actividades:

- Coordinar las acciones con los responsables de diferentes áreas -Rector, Vicerrectores, Secretario General, Director de Bienestar Universitario, y Directores de otras áreas según se requiera.
- Realizar el proceso de inducción semestralmente para profesores y mensualmente para personal administrativo.
- Entregar a cada participante, en archivo digital, la presentación de la Escuela, acompañada de los documentos necesarios, de acuerdo con su nivel de gestión.
- Coordinar con el jefe inmediato, las actividades necesarias para la inducción específica al puesto de trabajo, abarcando las actividades indispensables para lograr el cumplimiento de este objetivo.
- Evaluar los resultados de cada inducción y a partir de los resultados realizará retroalimentación para la mejora continua del proceso.

### **Etapas del programa de inducción**

#### **Bienvenida**

- Ésta se lleva a cabo al momento de realizar el proceso de ingreso:
- Recibimiento y realización de afiliaciones y firma del contrato.
- Breve descripción de las condiciones contractuales e invitación a la inducción institucional.
- Presentación del trabajador con su jefe inmediato y compañeros de área.

## **Inducción institucional**

- Se presentan aspectos relevantes de la Escuela:
  - Video institucional.
  - Visión y Misión.
  - Lineamientos de políticas.
  - Valores institucionales.
  - Política de Propiedad Intelectual y Confidencialidad.
  - Manual de imagen institucional.
  - Beneficios institucionales.
  - Programa de Bienestar Universitario y Seguridad y Salud en el Trabajo.
  - Plan Institucional de Emergencias.
  - Servicios a empleados a través de la página de la Escuela.
  - Aspectos contractuales.

## **PROMOCIÓN (RELACIONADO CON PLAN DE CARRERA)**

Actualmente la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito no cuenta con planes de carrera para el personal administrativo.

El plan de carrera para los docentes está consignado en el Capítulo V del Estatuto de Profesores (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2011) y menciona que:

### **Artículo 10. INCORPORACIÓN O PROMOCIÓN EN LA CARRERA DOCENTE**

En todos los casos de incorporación o de promoción en la carrera docente, se requiere, además de cumplir los requisitos establecidos en los artículos 11, 12, 13 y 14, obtener la aprobación del Consejo Directivo, previo concepto favorable del Comité de Ordenamiento Profesorado establecido para tal efecto por el mismo Consejo.

Parágrafo 1. El profesor que no cumpla con los requisitos para ser categorizado como Profesor Instructor y por ende no pueda incorporarse en la Carrera Docente, será vinculado con la denominación de Instructor y podrá solicitar su categorización al momento de cumplir las exigencias de la categoría inicial.

Parágrafo 2. El profesor de cátedra que no pueda ser categorizado más allá de Profesor Asistente por causa del parágrafo único del Artículo 13 del presente Estatuto, podrá tener la denominación de Profesor Especial cuando, a juicio del Consejo Directivo y previa propuesta del Comité de Ordenamiento Profesorado, haya mostrado una trayectoria profesional y experiencia docente sobresaliente.

### **Artículo 11. REQUISITOS PARA SER PROFESOR INSTRUCTOR**

Para ser profesor instructor es necesario cumplir con uno de los siguientes requisitos:

- Tener como mínimo título de especialista o su equivalente y dos años adicionales de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva.
- Tener como mínimo título de magíster o su equivalente y un año adicional de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva.

- Tener como mínimo título profesional en pregrado o su equivalente y cuatro años adicionales de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva.
- Parágrafo. En cualquier caso, demostrar rendimiento sobresaliente en su formación académica y ejercicio profesional.

#### **Artículo 12. REQUISITOS PARA SER PROFESOR ASISTENTE**

Para ser profesor asistente es necesario cumplir con uno de los siguientes requisitos:

- Poseer título de doctor o su equivalente en el área de trabajo respectiva.
- Tener título de magíster o su equivalente en el área de trabajo respectiva y haberse desempeñado como profesor instructor en la Escuela durante un mínimo de tres años.
- Tener título de magíster o su equivalente en el área de trabajo respectiva y un mínimo de cuatro años de experiencia docente adicional como profesor instructor, de los cuales al menos dos deben ser en la Escuela.
- Tener título de especialista o su equivalente en el área de trabajo respectiva y haberse desempeñado como profesor instructor en la Escuela durante un mínimo de cuatro años.
- Tener título de especialista o su equivalente en el área de trabajo respectiva y un mínimo de cinco años de experiencia docente adicional como profesor instructor, de los cuales al menos tres deben ser en la Escuela.
- Tener como mínimo título profesional en pregrado o su equivalente y haberse desempeñado como profesor instructor en la Escuela durante un mínimo de cuatro años.
- Tener como mínimo título profesional en pregrado o su equivalente y ocho años adicionales de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva.

#### **Artículo 13. REQUISITOS PARA SER PROFESOR ASOCIADO**

Para ser profesor asociado es necesario cumplir con uno de los siguientes requisitos:

- Poseer título de doctor o su equivalente en el área de trabajo respectiva y haberse desempeñado como profesor asistente en la Escuela durante un mínimo de seis años.
- Tener título de doctor o su equivalente en el área de trabajo respectiva y haberse desempeñado como profesor asistente durante un mínimo de ocho años, de los cuales al menos cinco deben ser en la Escuela.
- Tener título de magíster o su equivalente en el área de trabajo respectiva y haberse desempeñado como profesor asistente en la Escuela durante un mínimo de nueve años.
- Tener título de magíster o su equivalente en el área de trabajo respectiva y un mínimo de once años de experiencia docente adicional como profesor asistente, de los cuales al menos seis deben ser en la Escuela.
- Tener título de especialista o su equivalente en el área de trabajo respectiva y haberse desempeñado como profesor asistente en la Escuela durante un mínimo de diez años.
- Tener título de especialista o su equivalente en el área de trabajo respectiva y un mínimo de doce años de experiencia docente adicional como profesor asistente, de los cuales al menos seis deben ser en la Escuela.

- Tener como mínimo título profesional en pregrado o su equivalente y dieciséis años adicionales de experiencia profesional en el área de trabajo respectiva.
- Tener como mínimo título profesional en pregrado o su equivalente y haberse desempeñado como profesor asistente en la Escuela durante un mínimo de doce años.

Parágrafo. En cualquier caso, se establece como requisito adicional acreditar, por lo menos, la publicación de un libro o texto en el área tecnológica o científica del profesor, o de cinco artículos de reconocida contribución técnica o científica en revistas indexadas o en la revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

#### **Artículo 14. REQUISITOS PARA SER PROFESOR TITULAR**

Para ser profesor titular es necesario haberse desempeñado como profesor asociado en la Escuela durante un mínimo de seis años y haber realizado, a juicio del Claustro, aportes significativos a la Escuela en su docencia, administración, investigación, publicación de textos y prestación de servicios.

#### **Artículo 15. REQUISITOS PARA SER PROFESOR FUNDADOR**

Es profesor fundador todo aquel miembro fundador de la ESCUELA, según lo establece el Artículo 9 del Estatuto General, con quien se tenga un vínculo laboral con contrato de profesor de planta o cátedra.