

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA ACADÉMICA DE GERENCIA DE PROYECTOS

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS



**Evaluación del Portafolio de Proyectos en el Departamento de
Infraestructura Aeronáutica de la Dirección General de Aviación Civil**

Proyecto de graduación para optar por el grado académico de
Maestría en Gerencia de Proyectos

Realizado por:

Juan Carlos Cordero Calderón

Profesor Tutor:

Gabriel Silva Atencio, MBA

San José, Agosto del 2014

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron durante todo el programa.

Gracias...

Resumen

La administración del portafolio de proyectos es una disciplina de reciente desarrollo, que pretende gestionar el conjunto de proyectos de una organización desde una perspectiva estratégica, la cual permite generar el máximo beneficio y lograr el cumplimiento del marco estratégico organizacional. No debe confundirse con la gestión profesional de proyectos o de programas, aunque existan ciertas similitudes.

En la presente investigación se desarrolla un análisis del portafolio de proyectos del *Departamento de Infraestructura Aeronáutica*, de la *Dirección General de Aviación Civil (DGAC)*. Para contextualizar el estudio, se hace una presentación de la institución y su marco estratégico. Posteriormente se presenta el marco teórico que sustenta los análisis realizados. Esto incluye teoría sobre gestión de portafolios de proyectos, la metodología seleccionada y aspectos propios de los proyectos de infraestructura aeronáutica.

Con base en los procedimientos establecidos, se realizó la identificación, validación y priorización de los objetivos estratégicos del departamento. Posteriormente se identificaron los proyectos y anteproyectos, que también se validaron y priorizaron para definir la lista de proyectos candidatos al portafolio. Finalmente se evaluaron varios escenarios para considerar distintas combinaciones de proyectos que permitieran identificar las características de una propuesta de portafolio óptimo de proyectos.

Los resultados muestran que el objetivo estratégico más importante corresponde a las mejoras en aeropuertos internacionales, debido a que estos manejan casi la totalidad del transporte de pasajeros y de carga y por ende generan la mayor parte de los ingresos económicos de la DGAC por servicios aeronáuticos. En segundo lugar están las mejoras en el lado aéreo de los aeródromos locales, luego el desarrollo de nuevos aeropuertos y finalmente las mejoras en el lado terrestre de los aeródromos locales. Estos resultados se utilizarán junto a la evaluación de los proyectos para calcular el aporte de cada proyecto al cumplimiento de la estrategia institucional y así definir el portafolio más eficiente.

Se pretende que los resultados sirvan como insumos útiles para que los encargados de gestionar el desarrollo de la aviación en Costa Rica puedan aprovechar al máximo los recursos disponibles y cumplir con las metas de desarrollo del país.

Palabras clave

Administración de Proyectos, Portafolio, Cartera, Aviación, Infraestructura, Aeropuertos.

Abstract

Project portfolio management, area of recent development, aims to manage multiple projects of an organization employing a strategic perspective that allows generating maximum benefit and achieving the execution of the organization's strategic framework. It must not be confused with the professional management of projects or programs, although there are some similarities.

In the present investigation, it is developed an analysis of the portfolio at the Department of Aviation Infrastructure, from the Dirección General de Aviación Civil, DGAC (for its acronym in Spanish). In order to set the context of the study, first it is displayed an introduction of the institution and the department as well as its strategic framework. Then, it follows the theoretical framework underlying the analysis. Subsequently, it is included the theory about project portfolio management, the selected methodology and specific aspects of aviation infrastructure projects.

Based on the established procedures, the next steps of the identification, validation and prioritization of the strategic objectives of the department were completed. Then, projects and drafted projects are also validated and prioritized to define the list of candidates for the portfolio. Finally, several scenarios of combinations of projects are considered to help identify the characteristics of an optimal proposal for project portfolio.

The results show that the most important strategic objective corresponds to improvements in international airports, because they handle almost all passenger transport and freight and therefore generate most of the income of the DGAC aeronautical services. Second are the improvements in air side of local airfields, then the development of new airports and finally the improvements in the landward side of local airfields. These results will be used by the evaluation of the projects to calculate the contribution of each project to the implementation of the corporate strategy and define the most efficient portfolio.

It is intended that the results serve as useful input for managers to achieve the development of aviation in Costa Rica and take most possible advantage of available resources to meet the economic, social, political and environmental development targets in the country.

Keywords

Management, Project, Portfolio, Aviation, Infrastructure, Airport

Tabla de Contenido

Agradecimientos.....	i
Resumen.....	ii
Abstract.....	iii
Tabla de Contenido.....	iv
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Tablas	ix
Introducción	1
Capítulo 1. Generalidades de la Investigación	2
1.1 Marco de referencia institucional.....	2
1.1.1 Antecedentes.....	2
1.1.2 Organización.....	4
1.1.3 Gobierno.....	5
1.1.4 Estrategia institucional.....	6
1.2 Planteamiento del Problema	7
1.3 Justificación del Estudio	7
1.4 Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo general.....	9
1.4.2 Objetivos específicos.....	9
1.5 Alcance y Limitaciones.....	10
Capítulo 2. Marco Teórico	12
2.1 Gestión de portafolios de proyectos.....	12
2.1.1 Conceptos de proyectos, programas y portafolios	12
2.1.2 Relaciones entre proyectos, programas y portafolios.....	13
2.1.3 Gestión del portafolio de proyectos.....	16
2.2 Modelos de Gestión de Portafolio de Proyectos.....	17

2.2.1	Fase estratégica.....	18
2.2.2	Fase de filtrado.....	19
2.2.3	Fase de selección.....	21
2.2.4	Fase de implementación.....	22
2.2.5	Fase de evaluación.....	23
2.3	Proyectos de Infraestructura Aeronáutica.....	23
2.3.1	Infraestructura aeronáutica.....	24
2.3.2	Clasificación y aspectos técnicos de los aeropuertos.....	26
2.3.3	Casos internacionales de gestión de proyectos de infraestructura aeronáutica.....	27
Capítulo 3. Marco Metodológico		29
3.1	Tipo de investigación.....	29
3.2	Fuentes y sujetos de investigación.....	29
3.3	Técnicas y herramientas de investigación.....	30
3.4	Procesamiento y Análisis de Datos.....	31
Capítulo 4. Análisis de Resultados		33
4.1	Fase estratégica: priorización de los objetivos.....	33
4.1.1	Implementación de la estrategia organizacional y procedimientos	33
4.1.2	Identificación de los objetivos estratégicos	34
4.1.3	Validación y priorización de los objetivos.....	37
4.2	Fase de filtrado: determinación de los proyectos candidatos.....	40
4.2.1	Identificación de los proyectos	40
4.2.2	Resultado de las entrevistas	44
4.2.3	Proyectos candidatos.....	49
Capítulo 5. Solución Propuesta		51
5.1	Relaciones costo-beneficio de los proyectos.....	51
5.2	Curva de rendimiento.....	54
5.3	Análisis de sensibilidad.....	58
5.3.1	Nivel de financiamiento.....	58
5.3.2	Distribución espacial.....	62

5.3.3	Distribución temporal	65
5.3.4	Tipología de aeropuertos.....	69
5.4	Portafolio actual y propuesta de portafolio óptimo de proyectos	71
Capítulo 6.	Conclusiones y Recomendaciones.....	74
6.1	Conclusiones.....	74
6.2	Recomendaciones.	75
	Referencias Bibliográficas.....	76
	Anexo 1: Cuestionario de la fase estratégica	78
	Anexo 2: Cuestionario de la fase de filtrado.....	79
	Apéndice 1: Detalle de proyectos candidatos	80

Índice de Figuras

Figura 1-1. Fotografía del avión Bleriot de Jesse Seligman.....	2
Figura 1-2. Organigrama de la DGAC.....	5
Figura 1-3. Proyección en crecimiento de número de pasajeros en vuelos internacionales y locales.	8
Figura 2-1. Jerarquía de PPP.....	14
Figura 2-2. Modelo de gestión de portafolio.	18
Figura 2-3. Actividades propuestas de la fase estratégica.	18
Figura 2-4. Actividades propuestas de la fase de filtrado.....	20
Figura 2-5. Actividades propuestas de la fase de selección.....	21
Figura 2-6. Software de evaluación de portafolios de proyectos.....	21
Figura 2-7. Actividades propuestas de la fase de implementación.....	22
Figura 2-8. Actividades propuestas de la fase estratégica.	23
Figura 2-9. Componentes típicos de un aeropuerto.	24
Figura 2-10. Terminal 1 del Aeropuerto Heathrow, Londres, Inglaterra.....	27
Figura 2-11. Vista general del Aeropuerto de Denver, Colorado, EEUU	28
Figura 2-12. Vista interior del Aeropuerto de Ciudad Real, España.	28
Figura 4-1. Ejemplo de escala de comparación por pares entre objetivos.....	38
Figura 4-2. Importancia relativa de los objetivos priorizados.	39
Figura 4-3. Ubicación geográfica de los proyectos.	43
Figura 4-4. Esquema del traslado de los talleres de COOPESA en el AIJS.....	45
Figura 4-5. Titulares del 2012 sobre el nuevo aeropuerto.	46
Figura 4-6. Ejemplo del tipo de formulario utilizado para la evaluación de proyectos.....	47
Figura 4-7. Aporte consolidado de los proyectos.	48
Figura 4-8. Cantidad y costo estimado de proyectos descartados.	50
Figura 5-1. Relaciones costo/beneficio de los proyectos.....	53
Figura 5-2. Curva de rendimiento del conjunto completo de proyectos del portafolio.	56
Figura 5-3. Escenario para el caso de ejecutar todos los proyectos.....	57
Figura 5-4. Presupuesto asignado al desarrollo de infraestructura y sistemas aeronáuticos.....	59
Figura 5-5. . Escenario de proyectos con el presupuesto promedio.....	60
Figura 5-6. . Escenario de proyectos con el 50% del presupuesto promedio.	61

Figura 5-7 . Escenario de proyectos con el 200% del presupuesto.....	62
Figura 5-8. Ubicación de los aeropuertos en el centro del país.	63
Figura 5-9. Escenario de proyectos en el centro del país.....	64
Figura 5-10. . Escenario de proyectos en la periferia del país.	65
Figura 5-11. . Escenario de proyectos con horizonte a 2 años.....	66
Figura 5-12. . Escenario de proyectos con horizonte a 5 años.....	67
Figura 5-13. Escenario de proyectos con horizonte de 10 años.....	68
Figura 5-14. Escenario de proyectos en aeropuertos internacionales.	69
Figura 5-15. Escenario de proyectos en aeródromos locales.	70
Figura 5-16. Cartera en ejecución para el año 2015.	71
Figura 5-17. Propuesta de portafolio óptimo propuesto.	73

Índice de Tablas

Tabla 1-1. Departamentos de la Dirección General de Aviación Civil.	4
Tabla 1-2. Planteamiento estratégico de la DGAC.....	6
Tabla 2-1. Presentación comparativa de la dirección de proyectos, la dirección de programas y la dirección de portafolios.....	15
Tabla 2-2. Clasificación de aeropuertos de la OACI según la longitud de la pista.	26
Tabla 2-3. Clasificación de aeropuertos de la OACI según el ancho de la pista.	27
Tabla 3-1. Fuentes de información para el proyecto.....	30
Tabla 3-2. Fases de procesamiento de datos.....	32
Tabla 4-1. Personal entrevistado para la etapa de priorización de objetivos.	37
Tabla 4-2. Lista preliminar de proyectos para la etapa de pre-filtrado.....	41
Tabla 4-3. Ejemplo de la ficha del proyecto “Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles”.	42
Tabla 4-4. Personas entrevistadas para la etapa de priorización de objetivos.	45
Tabla 4-5. Lista de proyectos candidatos.....	49
Tabla 5-1. Relaciones costo-beneficio para los proyectos candidatos.....	52
Tabla 5-2. Lista de proyectos candidatos ordenados por beneficio ponderado, con los valores acumulados de costo y beneficio económicos.....	55

Introducción

En la presente investigación se realiza un análisis del portafolio de proyectos del departamento de *Infraestructura Aeronáutica* de la *Dirección General de Aviación Civil* (DGAC). Se pretende aplicar una metodología propuesta por Michael Bible y Susan Bivins, en la que se analizan los objetivos estratégicos y los proyectos candidatos, para proponer un portafolio que a su vez se analiza para distintos escenarios de riesgos o combinaciones de variables.

En el primer capítulo se introduce el contexto de la organización, tanto histórica como de su organización y objetivos. También se presentan aspectos formales de la investigación, como justificación, objetivos, restricciones, limitaciones, etc.

En el segundo capítulo se presenta la teoría y modelos sobre gestión de proyectos y de carteras, que sustenta el análisis realizado a los proyectos de la DGAC. También se introducen aspectos de la infraestructura aeronáutica y ejemplos internacionales de gestión de proyectos aeroportuarios. Por su parte en el capítulo tres se presenta las técnicas, herramientas y procedimientos utilizados, así como las fuentes y sujetos de información.

En el capítulo cuatro se presentan y analizan los principales resultados obtenidos en las dos primeras fases de la metodología, correspondientes a obtener los objetivos estratégicos priorizados y la lista de proyectos candidatos.

Con los insumos obtenidos en el capítulo anterior, se hace en el capítulo cinco una propuesta de portafolio y se evalúan distintos escenarios o combinaciones de parámetros, para ir depurando la selección de proyectos hasta obtener una propuesta de cartera óptima.

Finalmente en el capítulo seis se presentan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas con base en los resultados y análisis realizados.

La presente investigación pretende servir como un insumo para la gestión de la cartera de proyectos en la institución, la cual es un factor clave del desarrollo nacional, dada la importancia del transporte aéreo de personal y de carga, en un mundo cada vez más globalizado.

Capítulo 1. Generalidades de la Investigación

En el presente capítulo se introduce el contexto de la investigación, así como la problemática a resolver, objetivos, alcance y limitaciones del proyecto. Se hace especial énfasis en la importancia estratégica de la organización analizada, por la trascendencia del transporte aéreo para el desarrollo del país.

1.1 Marco de referencia institucional.

La presente investigación se realiza en el *Departamento de Infraestructura Aeronáutica* de la *Dirección General de Aviación Civil (DGAC)*. Para poder contextualizar el proyecto, se describen a continuación los orígenes y antecedentes de la aviación en Costa Rica y de sus instituciones rectoras, así como la organización y marco estratégico actuales de la DGAC.

1.1.1 Antecedentes.

La aviación moderna nació con el primer vuelo de los hermanos Wilbur y Orville Wright, el 17 de diciembre de 1903 en Carolina del Norte, EEUU. (GreenLight LLC). Pronto la aviación tuvo un gran desarrollo y no tardaron en llegar a Costa Rica los primeros aviones.

El primer vuelo nacional se efectuó el 1° de enero de 1912, cuando el norteamericano *Jesse*

Seligman sobrevoló el parque La Sabana en su avión *Blériot* (DGAC, 2014), el cual se muestra en la fotografía de la época de la Figura 1-1. Por su parte el primer vuelo comercial



*Figura 1-1. Fotografía del avión Blériot de Jesse Seligman.
Fuente: DGAC, 2014*

se realizó el 29 de diciembre de 1928, a cargo de la empresa norteamericana *Pan American Airways*, más conocida como Pan Am.

Para mediados del siglo XX ya existían varias empresas de transporte aéreo e incluso se había creado una aerolínea de bandera con participación estatal: *Líneas Aéreas Costarricenses* (LACSA). Este desarrollo de la aviación costarricense fue impulsado en parte por la dificultad de acceder áreas remotas por otros medios de transporte, dada la geografía montañosa del país y las distancias a cubrir.

El 13 de noviembre de 1929, durante la administración de Cleto González Víquez, se crea mediante el decreto N° 13 la *Dirección General de Aviación Civil*, entidad a cargo de la *Secretaría de Seguridad Pública*. La cual elaboró el primer *Reglamento de Aviación Civil*, que se hizo respetando las convenciones internacionales que regulaban la materia aeronáutica en ese entonces.

Posteriormente en 1948, como parte de los decretos de la *Junta Fundadora de la Segunda República*, se creó la primera *Junta Aeronáutica Civil*, adscrita al *Ministerio de Gobernación y Policía*. Dicha junta tuvo a su cargo la redacción de un proyecto de ley que fijaría los aspectos técnicos y administrativos de una nueva *Dirección General de Aeronáutica Civil*. Para ello se basaron en distinta legislación internacional y contaron con la asesoría de la *Organización de Aviación Civil Internacional* (OACI), agencia de la *Organización de las Naciones Unidas* (ONU) que regula la aviación civil a nivel internacional. Fue así como el 26 de octubre de 1949 se promulgó la *Ley N° 762*, considerada como la primera *Ley General de Aviación Civil en Costa Rica*. En 1963 se publica la segunda versión de dicha ley y con ello la Junta pasaría a formar el *Consejo Técnico de Aviación Civil*, y la *Dirección General de Aviación Civil* pasaría a formar parte del recién creado *Ministerio de Obras Públicas y Transportes* (MOPT).

El 14 de mayo de 1973, durante la tercera administración de José Figueres Ferrer, se promulga la *Ley General de Aviación Civil*, N° 5150, la cual regula actualmente todos los aspectos técnicos y administrativos de la aviación civil en el país.

1.1.2 Organización.

El Consejo Técnico de Aviación Civil (CETAC) y la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), adscritos ambos al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), son los entes competentes en todo lo referente a la regulación y control de la Aviación Civil en Costa Rica (INECO, 2010). El CETAC es la unidad rectora, mientras que la DGAC es la entidad administradora y ejecutora. La DGAC cuenta con una estructura orgánica centralizada, constituida por los departamentos mostrados en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1. Departamentos de la Dirección General de Aviación Civil.

			
Administrativo	Aeronavegabilidad	Asesoría Legal	Auditoría Interna
Contabilidad	Dirección General	Financiero	Informática
Información Aeronáutica	Infraestructura Aeronáutica	Operaciones Aeronáuticas	Investigación de Accidentes e Incidentes
Licencias	Navegación Aérea	Ingresos	Planeamiento
Presupuesto	Sección Proveeduría	Subdirección General	Transporte Aéreo

Fuente: DGAC, 2014

La presente investigación considera los proyectos del departamento de *Infraestructura Aeronáutica*, el cual se encarga del diseño, planeación, coordinación, supervisión y control de la construcción, mejoramiento, habilitación, mantenimiento y modernización de las instalaciones de los aeropuertos nacionales, que se realicen por contrato o por la misma administración (DGAC, 2014). En la Figura 1-2 se muestra la ubicación jerárquica de dicho departamento en el organigrama de la organización.



Figura 1-2. Organigrama de la DGAC
Fuente: DGAC, 2014

1.1.3 Gobierno.

En administración de proyectos el *gobierno* o *governabilidad* se refiere a todas las líneas de mando y relaciones de jerarquías que definen quienes dirigen y administran la organización (PMI, 2013). La DGAC ejecuta las resoluciones del Consejo Técnico de Aviación Civil, el cual actúa como una *Junta Directiva* y es el órgano máximo de decisión. Está conformado por siete miembros, que incluyen al *ministro* del *Ministerio de Obras Públicas y Transporte* (MOPT), cuatro miembros nombrados por el *Poder Ejecutivo* (un ingeniero, un abogado, un economista o administrador de negocios y un técnico o profesional aeronáutico), un representante del sector privado y el *Presidente Ejecutivo* del *Instituto Costarricense de Turismo* (ICT) (Asamblea Legislativa, 2005).

Aunque existe un marco estratégico dado por el *Plan Nacional de Desarrollo* vigente, o lineamientos específicos del transporte aéreo en el *Plan Nacional de Transportes*, el CETAC tiene la autoridad para decidir sobre la ejecución específica de los proyectos del sector aéreo.

1.1.4 Estrategia institucional.

La Dirección General de Aviación Civil ha establecido un marco estratégico para cumplir con su razón de ser, de promover el desarrollo y la seguridad de la aviación civil en Costa Rica (DGAC, 2014). En la Tabla 1-2 se muestra los principales aspectos de la estrategia institucional, que incluyen la misión y la visión, propuesta de valor, prioridad institucional y valores para la gestión institucional.

Tabla 1-2. Planteamiento estratégico de la DGAC

Misión	“Somos la Institución que garantiza la seguridad operacional y aeroportuaria comprometidos con ejercer un alto nivel de desempeño para satisfacer a los usuarios de la aviación civil, mediante la regulación, fiscalización y prestación de los servicios en la industria aeronáutica nacional e internacional”.
Visión	“Ser la Autoridad promotora del desarrollo de la aviación civil, brindando servicios de alta calidad en seguridad facilitación, regulación y fiscalización”.
Propuesta de valor	“La seguridad, nuestra razón de ser”
Prioridad institucional	“Mejorar y ampliar la infraestructura aeroportuaria con el propósito de satisfacer los requerimientos de la demanda actual, garantizando a la vez el cumplimiento de los estándares de seguridad operacional”.
Valores para la gestión institucional	<ul style="list-style-type: none">• Trabajo en equipo• Alto desempeño• Transparencia• Sentido de urgencia• Compromiso con la calidad• Modernización constante• Compromiso con la integridad y la ética• Compromiso con la comunidad y medio ambiente

Fuente: DGAC, 2014

1.2 Planteamiento del Problema

La *Dirección General de Aviación Civil* no puede garantizar a la sociedad costarricense que los recursos invertidos en los proyectos de infraestructura aeronáutica estén atendiendo las necesidades prioritarias para el desarrollo económico, social y ambiental del país.

1.3 Justificación del Estudio

En un mundo globalizado la aviación civil juega un papel fundamental para el desarrollo de cualquier país, al permitir el transporte de personas y mercancías a través de grandes distancias y en un tiempo muy corto, o en lugares donde otro medio de transporte no sería práctico o posible. En Costa Rica esta importancia queda reflejada en los lineamientos del *Plan Nacional de Desarrollo* (PND), que para la edición 2015-2019 tiene el siguiente objetivo estratégico en el área de transportes:

“Mejorar la infraestructura y los servicios aeroportuarios, para contribuir con la mejora en la competitividad del país.”

Además a nivel institucional, la DGAC tiene políticas institucionales para cada una de sus áreas de acción. En el tema de infraestructura aeronáutica destacan las siguientes dos políticas:

- *“Modernización de la infraestructura aeroportuaria, respondiendo a las necesidades del sector aéreo proporcionando un servicio eficiente a la población, al sector productivo y turístico, de conformidad con el Plan de Modernización de Aeródromos Locales”*
- *“Modernización de la infraestructura aeroportuaria y la Aviación Civil, de acuerdo al desarrollo de la industria y el mercado aeronáutico, respondiendo a las necesidades del país, para un servicio eficiente a la población, al sector productivo y turístico”*

Si además se considera el crecimiento en el número de pasajeros y en carga aérea durante los últimos años y las proyecciones de crecimiento estimadas, se reafirma la importancia estratégica del transporte aéreo para el desarrollo del país. Por ejemplo utilizando modelos de predicción de pasajeros PIB USA & PIB COSTA RICA, se calcula que para el año 2030 habrá cerca de 14 millones de pasajeros internacionales y 1.7 millones de pasajeros en vuelos locales (INECO, 2010). En la Figura 1-3 se muestran los gráficos con el crecimiento estimado de ambos indicadores.

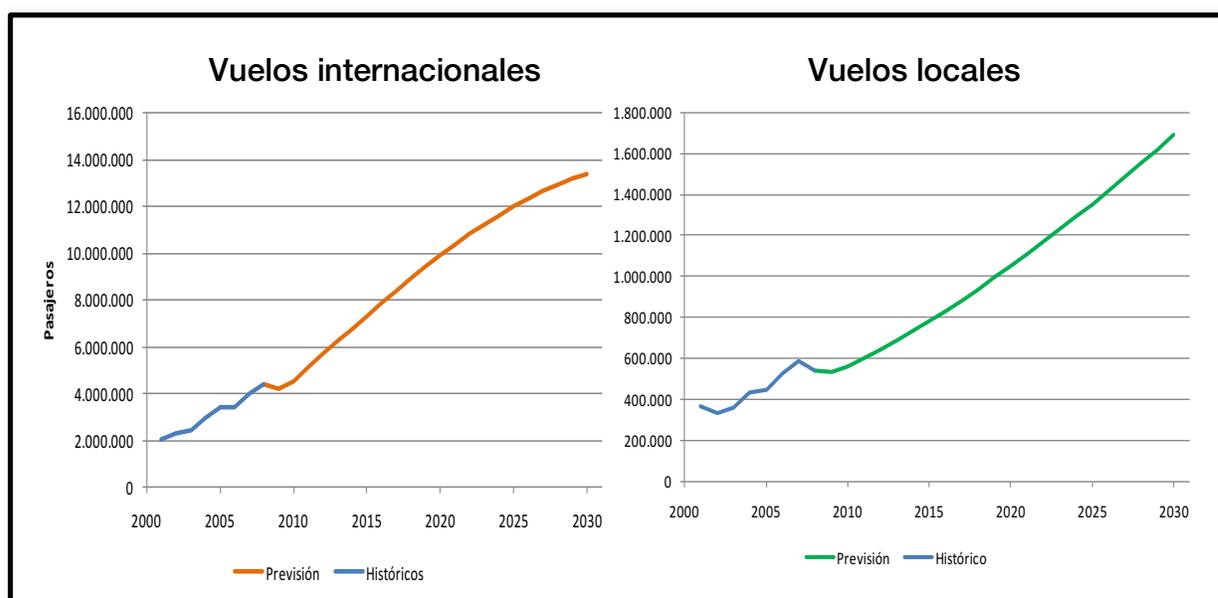


Figura 1-3. Proyección en crecimiento de número de pasajeros en vuelos internacionales y locales.
Fuente: DGAC, 2014

A pesar de la importancia estratégica del sector, hay ciertas deficiencias en la planificación y desarrollo de proyectos en infraestructura aeronáutica. Por ejemplo, según un diagnóstico realizado por INECO en el 2010, *“no se ha identificado ninguna herramienta estable de Planificación de aeropuertos que pueda guiar las decisiones de inversiones y la propia política de desarrollo de aeropuertos a medio-largo plazo”*. Además recomienda implementar herramientas internas para la planificación que contemple además las implicaciones económicas, sociales, legales, medioambientales, desarrollo local, etc.

Un problema tan complejo requiere la mejor disposición y resultados no solo de la DGAC, sino de muchos entes involucrados en el desarrollo del país. Como parte de este esfuerzo la presente investigación pretende brindar una evaluación de los proyectos actuales y futuros mediante herramientas de portafolio de proyectos, que permita contribuir al mejor desarrollo de los proyectos de infraestructura aeronáutica y con ello al progreso del país.

También se considera que el presente proyecto puede ayudar a difundir las ideas, herramientas y beneficios de la administración profesional de proyectos, lo que fomentaría su eventual implementación en la organización.

1.4 Objetivos

A continuación se presenta la meta fundamental del proyecto, por medio del objetivo general, el cual a su vez se desglosa en los debidos objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo general.

El objetivo general a lograr con la presente investigación es:

“Ofrecer una propuesta de optimización del portafolio de proyectos del departamento de Infraestructura Aeronáutica de la Dirección General de Aviación Civil.”

1.4.2 Objetivos específicos.

Para cumplir satisfactoriamente con el objetivo general de la investigación, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- 1) Priorizar los objetivos estratégicos de la organización, mediante el análisis del marco estratégico y técnicas de comparación y jerarquización.
- 2) Seleccionar los proyectos candidatos del portafolio, mediante la recopilación de información y su priorización por medio de entrevistas a funcionarios de la DGAC.
- 3) Obtener una propuesta de portafolio óptimo de proyectos, mediante la determinación de las relaciones costo-beneficio y la evaluación de distintos escenarios y combinaciones de proyectos.

1.5 Alcance y Limitaciones

- En los análisis se consideran solamente proyectos pertenecientes al departamento de *Infraestructura Aeronáutica* de la DGAC, por lo que proyectos de otros departamentos, como pueden ser mejoras en control aéreo, seguridad aeroportuaria, operaciones y navegación aérea, etc., quedan fuera del alcance de la investigación.
- Los análisis de cartera se basan pero no se limitan al *Estándar para la Gestión de Portafolios* del PMI. Por ser una disciplina de desarrollo reciente, se investigarán y considerarán aportes y enfoques novedosos sobre el tema. Se hace énfasis en las metodologías de gestión de cartera propuestas por Bible y Bivins en 2011.
- Como entregables intermedios se consideran las evaluaciones de la estrategia y los objetivos priorizados, la recopilación preliminar de proyectos candidatos, la cartera de proyectos optimizados y las recomendaciones al respecto.
- Aunque inicialmente se propuso la creación de una *guía metodológica* para la evaluación periódica del portafolio de proyectos por parte de la DGAC, se decidió no incluirla como parte de la presente investigación por varias razones:
 - La correcta elaboración de una guía metodológica requiere de una fase de implementación y verificación en por lo menos un caso específico. Debido la tipo y magnitud de proyectos que se manejan, a los plazos extensos de ejecución y a los complejos procedimientos que requieren los proyectos gubernamentales, una adecuada implementación y verificación de dicha guía metodológica sobrepasaría las restricciones de tiempo dadas a este tipo de investigaciones.
 - El portafolio de proyectos en infraestructura aeronáutica del país es relativamente estable por varias razones, por ejemplo los proyectos son extensos en tiempo, es difícil que surjan ideas sobre nuevos aeropuertos o que cambie significativamente la estrategia de desarrollo de un gobierno a otro, y además es poco probable que un desastre natural afecte extensamente la infraestructura aeronáutica del país por su carácter espacial distribuido. Por ello se considera que un análisis transversal como el propuesto, brinda un insumo adecuado para tomar decisiones sobre el portafolio de proyectos en un horizonte de varios años de gestión.

- La gestión del portafolio se da en una etapa avanzada de madurez de la organización en cuanto a administración de proyectos. Si se carece de las bases adecuadas en administración de proyectos es difícil la implementación de una gestión de portafolio de alto nivel, y tampoco se obtendrán los potenciales beneficios. Hay que recordar que cada organización es única y no todas están listas para dar el salto hacia la gestión del portafolio (SEI, 2011). La DGAC es una organización gubernamental del tipo matricial débil con procedimientos de trabajo bien establecidos, sin embargo no ha desarrollado una cultura organizacional fuerte en administración de proyectos que permita integrar una guía para la gestión del portafolio.
- Para las entrevistas se consideran funcionarios de la DGAC, así como miembros de la CETAC y otras personas ligadas al desarrollo aeronáutico del país, sin embargo pueden existir dificultades para concertar citas y entrevistas en los niveles jerárquicos superiores.
- En el ciclo de gestión del portafolio no se consideran actividades para las fases de implementación y evaluación. A pesar de ello la investigación brinda insumos para un adecuado sistema de control y seguimiento de la cartera.

Capítulo 2. Marco Teórico

En este capítulo se presentan los conceptos básicos sobre la gestión de portafolios de proyectos y su relación con la gestión de proyectos. Se presenta el modelo de gestión utilizado para desarrollar en el caso de estudio de la DGAC, aspectos propios de la infraestructura aeronáutica y casos de experiencias internacionales.

2.1 Gestión de portafolios de proyectos

La gestión de portafolios de proyectos es diferente a la gestión de proyectos, por cuanto esta considera conjuntos de proyectos y las decisiones sobre la priorización y ejecución de los mismos, con base en el cumplimiento de la estrategia organizacional. En esta sección se profundizan los principales aspectos de la gestión de portafolios y su relación con la gestión de proyectos.

2.1.1 Conceptos de proyectos, programas y portafolios

Para entender la gestión de cartera o portafolio, es necesario distinguir entre tres niveles de administración de proyectos, correspondientes a *proyecto*, *programa* y *portafolio*. A continuación se desarrolla cada concepto, para luego analizar sus interrelaciones.

- **Proyectos:** La definición tradicional de proyecto es la de un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2013). Tiene un marco temporal finito, objetivos bien establecidos y diferencias propias que hacen que cada proyecto sea realmente único. Tienen nombre e identidad propios, aunque durante su desarrollo puedan cambiar de ubicación, responsables, recursos, etc.
- **Programas.** Los programas son conjuntos de proyectos que se agrupan por características como tipología, ubicación, fuentes de financiamiento, etc., y que se gestionan conjuntamente para obtener mejores resultados que si se gestionaran los proyectos individualmente o por separado. De esta manera se puede optimizar el uso de

recursos compartidos o planificar, por ejemplo, las órdenes de inicio de los proyectos. Un ejemplo de programa podría ser la construcción de distintos edificios por parte de una empresa constructora, la cual coordina de manera conjunta la compra de materiales y la distribución entre los proyectos de recursos humanos, maquinaria, vehículos, equipos especiales, etc.

- **Portafolios.** Un portafolio o cartera consiste en un conjunto de proyectos, programas, subconjuntos de portafolios u operaciones, que se gestionan como un solo grupo para alcanzar determinados objetivos estratégicos. (PMBok, 2013). Aunque los proyectos o programas del portafolio pueden no ser necesariamente interdependientes ni estar relacionados de manera directa, si están vinculados al plan estratégico de la organización. Se pueden agrupar por líneas de negocio específicas, regiones geográficas, etc.

2.1.2 Relaciones entre proyectos, programas y portafolios.

Los proyectos individuales se pueden agrupar o gestionar por programas y por portafolios. Por ello un error común es creer que la gestión del portafolio es fundamentalmente la administración de múltiples proyectos, cuando en realidad implica la gestión del portafolio para que los proyectos maximicen su contribución al bienestar y éxito general de la organización (Levine, 2005). Ello necesariamente implica lograr objetivos o aspectos como:

- Los proyectos deben estar alineados con la estrategia y objetivos de la organización.
- Los proyectos deben ser consistentes con los valores y cultura de la organización.
- Los proyectos deben contribuir directa o indirectamente a la rentabilidad de la organización, la cual no necesariamente se define en términos económicos.
- Los proyectos deben utilizar eficientemente los recursos de la organización.
- Los proyectos no solo contribuyen al bienestar actual, sino que deben ayudar a lograr la continuidad de la organización y el éxito futuro.

Estas condiciones o metas no se puede lograr trabajando solamente en el dominio de la administración de proyectos, ni tampoco con la contribución disgregada de los equipos de proyectos. Por ello es necesario la integración de los tres niveles de gestión analizados. En la Figura 2-1 se muestra gráficamente la relación o jerarquía entre la gestión de proyectos, programas y portafolios, según lo propone el PMI.



Figura 2-1. Jerarquía de PPP

Fuente: Adaptación de Bucknoff, 2013

Por su parte los proyectos, programas y portafolios tienen diferencias en cuanto a alcance, gestión de cambios, planificación, dirección, monitoreo y la forma en que se define su éxito. En la Tabla 2-1 se muestra la diferenciación típica propuesta por el PMBoK 2013 entre proyectos, programas y portafolios.

Tabla 2-1. Presentación comparativa de la dirección de proyectos, la dirección de programas y la dirección de portafolios

Dirección Organizacional de Proyectos			
	Proyectos	Programas	Portafolios
Alcance	Los proyectos tienen objetivos definidos. El alcance se elabora progresivamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los programas tienen un alcance mayor y proporcionan beneficios más significativos.	Los portafolios tienen un alcance organizacional que varía en función de los objetivos de la misma.
Cambio	Los directores de proyecto prevén cambios e implementan procesos para mantener dichos cambios administrados y controlados.	Los directores de programas prevén cambios, que podrán surgir tanto a nivel interno como a nivel externo al programa, y están preparados para gestionarlos.	Los directores de portafolios monitorean permanentemente los cambios del entorno más amplio, tanto a nivel interno como externo.
Planificación	Los directores de proyecto transforman progresivamente la información de alto nivel en planes detallados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los directores de programa desarrollan el plan general del programa y crean planes de alto nivel para guiar la planificación detallada a nivel de los componentes.	Los directores de portafolios crean y mantienen los procesos y la comunicación necesaria relacionada con el portafolio global.
Dirección	Los directores de proyecto dirigen al equipo del proyecto de modo que se cumplan los objetivos del mismo.	Los directores de programa dirigen al personal del programa y a los directores de proyecto; brindan visión y liderazgo global.	Los directores de portafolios pueden dirigir o coordinar al personal de la dirección de portafolios o de programas y proyectos que tuviera responsabilidad de informar al portafolio global.
Monitoreo	Los directores de proyecto monitorean y controlan el trabajo realizado para obtener los productos, servicios o resultados para los cuales el proyecto fue emprendido.	Los directores de programa monitorean el progreso de los componentes del programa con el fin de asegurar que se cumplan los objetivos globales, cronogramas, presupuesto y beneficios del mismo.	Los directores de portafolios monitorean los cambios estratégicos y la asignación global de los recursos, los resultados de desempeño y el riesgo del portafolio.
Éxito	El éxito se mide por la calidad del producto y del proyecto, la oportunidad, el cumplimiento del presupuesto y el grado de satisfacción al cliente.	El éxito se mide por el grado en que el programa satisface las necesidades y beneficios que le dieron origen.	El éxito se mide en términos de rendimiento de la inversión global y de la obtención de beneficios del portafolio.

Fuente: PMI, 2013

Es importante aclarar que la gestión de cartera de proyectos no garantiza el éxito en el logro de las metas y objetivos estratégicos, sin embargo puede aumentar las posibilidades de éxito al identificar, evaluar y seleccionar los proyectos de una manera sistemática y adecuada, y gestionarlos a nivel global durante su ejecución.

2.1.3 Gestión del portafolio de proyectos.

Generalmente las organizaciones gestionan sus portafolios sobre la base de metas específicas. Una de las metas es maximizar el valor del portafolio evaluando con cuidado los proyectos y programas candidatos a incluir en el portafolio, para excluir los que no contribuyen al cumplimiento de los objetivos estratégicos, y con ello utilizar eficientemente los recursos de la organización. De acuerdo con Bible (2011) la gestión del portafolio es el proceso de gestión de acciones concretas necesarias para alcanzar los objetivos estratégicos de la organización a través de la cartera de proyectos de selección, ejecución, seguimiento, control y evaluación.

Tradicionalmente el desarrollo de la administración profesional de proyectos se ha enfocado en la gestión de proyectos individuales. Muestra de ello es el gran desarrollo de técnicas y procedimientos en administración de proyectos que se han compilado, por ejemplo, los manuales de buenas prácticas como el PMBoK, publicado por el PMI. Sin embargo, en la práctica real es común que las organizaciones trabajen simultáneamente con múltiples proyectos, compartiendo o compitiendo entre ellos por recursos escasos o limitados.

Este es el caso de la DGAC, donde se trabaja con múltiples proyectos, cada uno exige la realización de una serie de tareas, con un orden definido y llevadas a cabo por personas capacitadas, utilizando recursos limitados y definidos con mucha antelación, debido a los procedimientos de la planificación y asignación de presupuestos y recursos en las instituciones de carácter público.

En estos entornos, la selección y priorización de los proyectos que se van a ejecutar deben tener en cuenta aspectos como viabilidad financiera, impacto social, disponibilidad de recursos, cumplimiento de objetivos operativos y estrategia de la organización, etc.

Además los cambios en la lista de proyectos a ejecutar se pueden producir por la adición de nuevos proyectos, retroalimentación del mismo sistema, cambios en las prioridades o estrategias de la organización, limitaciones en los recursos, mandatos políticos, retrasos en los proyectos, catástrofes naturales, etc. Todo ello puede generar conflictos que deben ser resueltos adecuadamente, y que pueden resolverse mediante enfoques de gestión de portafolios de proyectos.

2.2 Modelos de Gestión de Portafolio de Proyectos

Al igual que existen técnicas y procedimientos para gestionar adecuadamente la ejecución de los proyectos, se han creado metodologías específicas para la gestión de portafolios. El procedimiento utilizado para evaluar el portafolio de proyectos de la DGAC se basó en el modelo gestión propuesto por Michael Bible y Susan Bivins en el año 2011. Consiste en un proceso cíclico e iterativo, que consta de cinco fases, que aunque se presentan en secuencia, pueden superponerse e interactuar entre ellas. En la Figura 2-2 se muestra el ciclo completo de gestión de cartera o PPM (*Project Portfolio Management*), por sus siglas en inglés. Las cinco fases son: *estratégica, de revisión, de selección, implementación y evaluación*. A continuación se desarrolla cada una de las fases de este modelo de gestión.

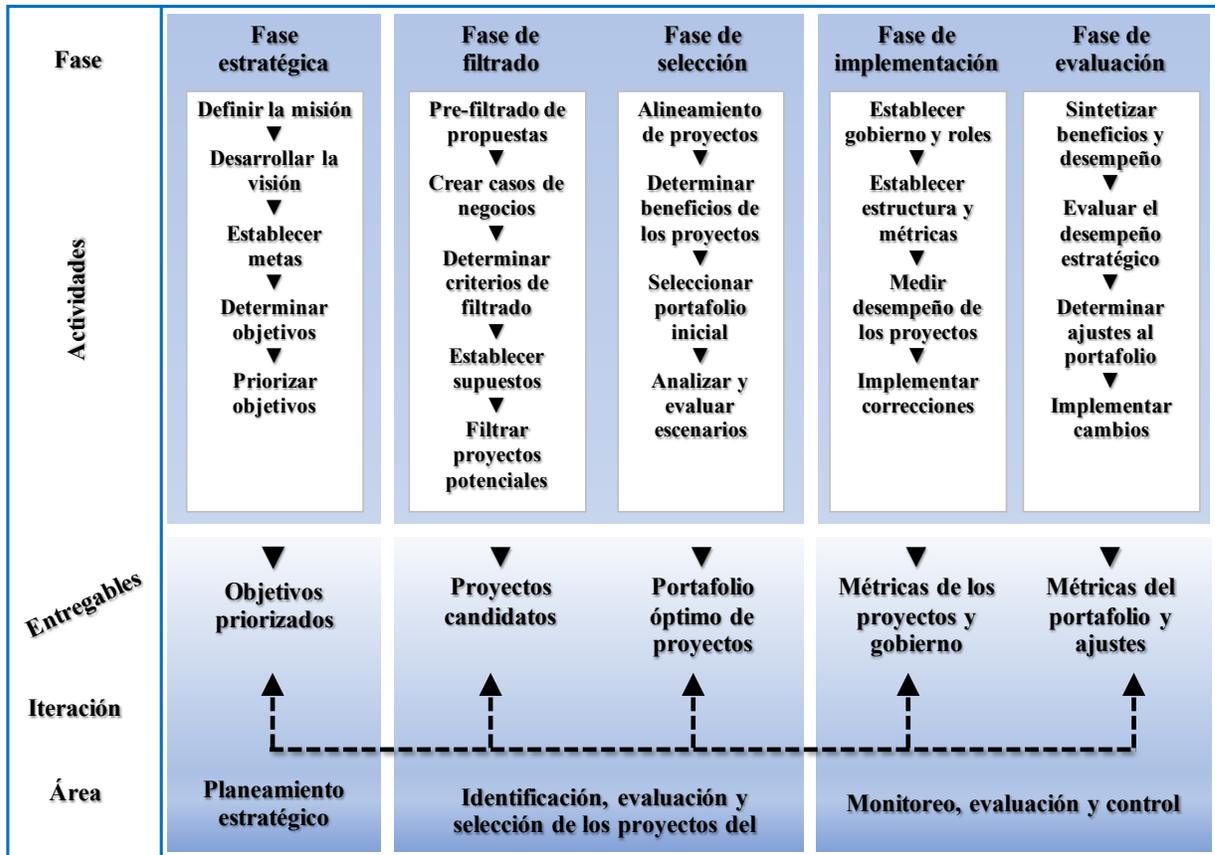


Figura 2-2. Modelo de gestión de portafolio.
 Fuente: Adaptado de Bible y Bivins, 2013

2.2.1 Fase estratégica.

En la fase estratégica se analiza la filosofía medular de la organización, para identificar los objetivos estratégicos a evaluar contra los proyectos. Estos objetivos se comparan entre si para determinar la importancia relativa de cada uno. Para realizar esto la metodología seleccionada propone una serie de actividades que incluyen muchas decisiones estratégicas sobre la organización. Las principales actividades en esta etapa de planificación estratégica son definir la misión y visión, establecer metas y objetivos y producir el plan estratégico, como se muestra en la Figura 2-3.



Figura 2-3. Actividades propuestas de la fase estratégica.
 Fuente: Adaptado de Bible y Bivins, 2013

Usualmente la planificación estratégica es definida por la alta dirección de la organización, determina las futuras actividades y evalúa el estado actual de la organización frente al deseado en el futuro. Por su parte los objetivos a definir deben ser muy bien establecidos, por ello es importante que los objetivos sean *específicos, medibles, alcanzables, relevantes* y de *duración determinada*, como lo siguieren ciertas metodologías sobre estrategia organizacional.

En una organización con la estrategia ya establecida, el plan estratégico sirve como base para desarrollar la gestión de cartera de proyectos, pues permite identificar las metas y objetivos estratégicos a evaluar y priorizar. Esta evaluación se puede realizar mediante varias técnicas, siendo la comparación por pares la más apropiada. Una evaluación de este tipo implica tareas como:

- Recopilar las metas con base en la estrategia existente
- Establecer un modelo de evaluación
- Identificar a los participantes en la evaluación
- Recolectar el juicio experto de los participantes
- Sintetizar los resultados
- Generar una priorización jerárquica de las metas

De esta manera es posible establecer objetivamente las expectativas de la alta dirección para poder continuar con la siguientes etapas del análisis, donde se incorporan los proyectos candidatos al análisis.

2.2.2 Fase de filtrado.

En la etapa de filtrado se recopilan todos los proyectos y propuestas de proyectos, se determinan los criterios de selección y se examinan los casos de negocio correspondientes. De esta manera se seleccionan los proyectos candidatos a evaluar en las fases posteriores. Las tareas propuestas por la metodología para esta fase se muestran en la Figura 2-4.



Figura 2-4. Actividades propuestas de la fase de filtrado.
Fuente: Adaptado de Bible y Bivins, 2013

En primer lugar se recopila la información básica de todos los proyectos e ideas incipientes de proyectos. Esta lista permite hacer una primera selección, al identificar y eliminar aquellos proyectos que no estén relacionados con la estrategia analizada en la sección anterior. Para ello pueden utilizarse técnicas como matrices de comparación, definición de parámetros mínimos, etc. La selección puede realizarse mediante esquemas ascendentes o descendentes de jerarquía o de manera colaborativa con la gerencia y los equipos de proyectos.

Para los proyectos que aprueban esta pre-selección se profundiza la información disponible, o incluso se puede desarrollar un caso de negocio que incluya información para posteriores análisis. La información básica a recolectar para cada proyecto puede incluir:

- Descripción
- Información general
- Beneficios potenciales
- Objetivos estratégicos
- Costo proyectado y parámetros financieros (VAN, TIR, etc.)
- Recursos críticos
- Riesgos potenciales

Utilizando técnicas como enfoque binario, métodos compensatorios o procesos analítico jerárquicos es posible hacer una caracterización y priorización preliminar de los proyectos. Como salida de esta etapa se obtiene la lista de proyectos candidatos y la matriz de alineación preliminar de los proyectos a los objetivos estratégicos.

2.2.3 Fase de selección.

Con los proyectos candidatos seleccionados, se realizan análisis para evaluar la contribución de cada proyecto a los objetivos estratégicos identificados en la primera fase. Se aplica la contribución relativa de cada objetivo para los proyectos, y así obtener una prioridad global de cada proyecto. Además se consideran múltiples escenarios para evaluar los riesgos y limitaciones asociados. Para lograr esto la metodología utilizada propone las actividades mostradas en la Figura 2-5.

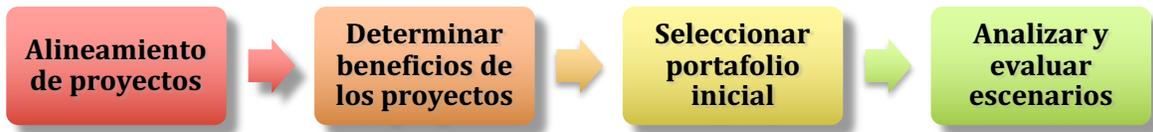


Figura 2-5. Actividades propuestas de la fase de selección.
Fuente: Adaptado de Bible y Bivins, 2013

Para determinar los beneficios de los proyectos se definen modelos de análisis para evaluar el aporte de cada proyecto candidato a cada meta estratégica, lo que implica crear modelos, identificar participantes y sus roles, seleccionar los métodos de evaluación, formas de sintetizar la información, etc. Para la medición de las alternativas se pueden utilizar técnicas como comparación por pares, priorización directa, escalas de calificación, curvas de utilidad simple, etc. Además cuando se requiera se utilizan evaluadores, que deben ser personas con alto nivel y visión macro de la organización, o que posean un punto de vista estratégico y experiencia en los ámbitos de los proyectos.

Debido a la gran cantidad de información se utiliza software especializado que permita agregar datos, considerar escenarios, ponderación de riesgos, combinaciones de proyectos, etc. En la Figura 2-6 se muestran varios ejemplos de software comercial para la gestión de portafolios de proyectos.

Figura 2-6. Software de evaluación de portafolios de proyectos.
Fuente: Recopilación propia

Finalmente al sintetizar todos los resultados se puede obtener el aporte de cada proyecto al cumplimiento de la estrategia organizacional, y al ir acumulando el aporte de los proyectos ordenados se obtiene la curva eficiente, de donde se selecciona el punto de máxima eficiencia que determina cuáles proyectos se incluyen en la cartera. Esto permite identificar y eliminar los proyectos que generan un aporte poco significativo al cumplimiento de la estrategia de la organización.

2.2.4 Fase de implementación.

En la fase de implementación se definen las funciones, responsabilidades y la autoridad para el gobierno de la cartera, se establecen métricas para medir el desempeño de los proyectos y poder así implementar correcciones cuando sea necesario. Las actividades propuestas por la metodología se muestran en la Figura 2-7.

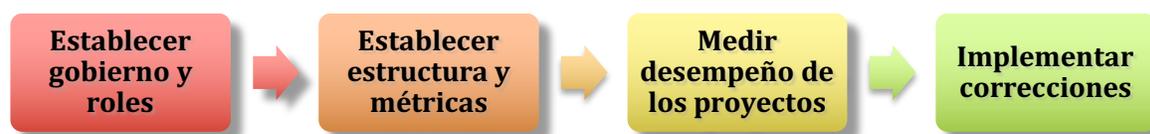


Figura 2-7. Actividades propuestas de la fase de implementación.
Fuente: Adaptado de Bible y Bivins, 2013

En organizaciones con gran madurez en administración de proyectos, se complementa la *Oficina de Administración de Proyectos* o PMO, con un esquema de *Oficina de Administración de Portafolio de Proyectos*, o PPMO, la cual tiene funciones complementarias a un nivel jerárquico superior y menos operativo que la PMO.

Además se establecen los sistemas de monitoreo y control necesarios para asegurar que los proyectos y carteras se encuentra en un nivel de rendimiento acorde a lo planeado. También sirven para identificar y corregir cualquier desviación del rendimiento antes de que sea un problema mayor. Los elementos a definir en esta etapa son un *Plan de Gestión de Proyectos* y un *Sistema de Información para la Gestión de Portafolio de Proyectos*.

2.2.5 Fase de evaluación.

En la fase de evaluación se analiza el desempeño de los proyectos. El método tradicional es calcular y comparar indicadores de rendimiento como costo, avance, cumplimiento del cronograma, índices de calidad, etc. Sin embargo en un enfoque de cartera el análisis se centra en el cumplimiento de la estrategia de la organización con la cartera de proyectos seleccionada, como lo proponen las actividades de la metodología utilizada, las cuales se muestran en la Figura 2-8.

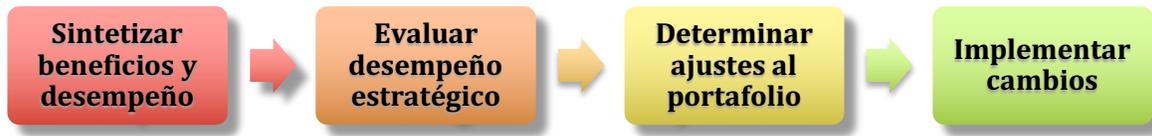


Figura 2-8. Actividades propuestas de la fase estratégica.
Fuente: Adaptado de Bible y Bivins, 2013

Según Meredith y Mantel (2006) el monitoreo consiste en recopilar, registrar y reportar información que son resultados de los rendimientos del proyecto. Mientras que la evaluación consiste en el análisis de esta información para identificar desviaciones del resultado esperado. Esto permite implementar medidas de control, que son las acciones adoptadas para corregir una tendencia desfavorable o para aprovechar una tendencia extraordinariamente favorable (Kerzner, 2006).

Para sintetizar los resultados se utilizan por ejemplo *Técnicas de Valor Ganado* (*Earned Value Management*) o *índices de calidad o desempeño*, para comparar proyectos y para generar resúmenes agregados del rendimiento de la cartera en su conjunto.

2.3 Proyectos de Infraestructura Aeronáutica

A continuación se describe el ámbito o alcance de los proyectos de infraestructura aeronáutica, se presenta la clasificación y características típicas de los aeropuertos y se analizan varios ejemplos internacionales de gestión de proyectos aeroportuarios.

2.3.1 Infraestructura aeronáutica.

Tan importante como el adecuado diseño y operación de las aeronaves, es la existencia en tierra de una adecuada infraestructura que permita las operaciones terrestres y aéreas. El sistema característico de infraestructura es el aeropuerto, cuyo elemento principal es la pista de aterrizaje. Pero puede incluir otros elementos como calles de rodaje, terminales de pasajeros y de carga, servicios como control de tráfico aéreo (ATC), suministro de combustible, mantenimiento y reparación de aeronaves, salas de espera, restaurantes, puestos de aduanas e inmigración, etc. En la Figura 2-9 se muestran los componentes típicos de un aeropuerto internacional.



Figura 2-9. Componentes típicos de un aeropuerto.
Fuente: Adaptación de Aertec Solutions.

Para un adecuado planeamiento de un aeropuerto se requieren análisis detallados, que pueden incluir estudios de vientos, ruidos, ubicación, demanda, mercado, etc.

A continuación se describen los principales componentes de un aeropuerto:

- **Pista de aterrizaje.** Consiste en una superficie regular donde las aeronaves pueden rodar hasta alcanzar la velocidad de despegue o bien pueden frenar después de tocar tierra. Pueden ser de concreto, asfalto, lastre, etc. y sus dimensiones y características dependen del tipo de aeronave a operar.
- **Calles de rodaje.** La conforman las calles o superficies que permiten a las aeronaves trasladarse a distintos puntos de la pista sin interrumpir las operaciones de esta. Tienen menor ancho que la pista y no están capacitadas para operaciones de aterrizaje y despegue.
- **Sistemas de aproximación.** Consisten en equipos de ayuda visuales o de radio, para la aproximación segura de las aeronaves a la pista. Un ejemplo son las luces estroboscópicas que pueden señalar el inicio de la pista.
- **Plataformas.** Consisten en áreas destinadas a estacionar los aviones para las operaciones de carga, descarga y embarque o desembarque de pasajeros.
- **Terminales de pasajeros y de carga.** Lo conforman los edificios que permiten el manejo y control de pasajeros y de carga a las aeronaves. Incluyen servicios como aduanas, migración, tiendas, restaurantes, salas de espera, etc.
- **Control de tráfico aéreo.** Las operaciones aéreas y terrestres requieren constante comunicación y control por parte de operadores que se ubican en torres donde visualizan el aeropuerto y el espacio aéreo inmediato.
- **Otros elementos.** Entre las obras accesorias de los aeropuertos pueden destacarse mallas y cerramientos perimetrales, sistemas de drenaje pluvial, abastecimiento de combustible, estación de bomberos, sistemas de tratamiento, estacionamientos, calles de acceso, etc.

En Costa Rica los aeropuertos internacionales en Alajuela y Liberia son los que requieren mayores obras para satisfacer la demanda creciente de tráfico internacional. Por su parte los restantes aeródromos requieren generalmente obras de mantenimiento como recarpeteo de la pista, eliminación de obstáculos, construcción de cercados perimetrales, mejoras en calles de acceso, etc.

2.3.2 Clasificación y aspectos técnicos de los aeropuertos

Los aeropuertos son obras de infraestructura mayores que sirven para el transporte aéreo de personas y de carga. Pueden ser tan pequeños como una pista de aterrizaje, o tan grandes y complejos como el Aeropuerto Heathrow en Londres, que moviliza más de cien millones de personas al año. Sin embargo todos comparten características y nomenclaturas comunes al contexto aeronáutico.

Un ejemplo de esto es que para efectos de operaciones, los aeropuertos se divide en dos áreas físicas bien diferenciadas:

- **Lado aire.** Su nombre proviene del inglés *air-side* e incluye las área de operación de las aeronaves, como pistas de aterrizaje, calles de rodamiento, hangares, plataformas, etc.
- **Lado tierra.** Del inglés *land-side*, incluye las áreas destinadas a los pasajeros o gestión de carga y equipaje, como el edificio de la terminal, zonas de comercio, aduanas, migración, estacionamientos, rutas de acceso, etc.

Con respecto a la clasificación existen muchas sistemas, que dependen de la cantidad de pasajeros, longitud de pista, tipo de naves que pueden operar, etc. Sin embargo el más utilizado es el propuesto por la OACI, el cual asigna un número y una letra dependiendo de la longitud de la pista y del ancho de esta, lo cual se puede asociar con el tamaño máximo de las aeronaves que pueden operar. Dicha convención se indica en las tablas 2-2 y 2-3.

Tabla 2-2. Clasificación de aeropuertos de la OACI según la longitud de la pista.

Número	Longitud de campo de referencia
1	Hasta 800 m
2	De 800 m a 1200 m
3	De 1200 m a 1800
4	Más de 1800 m

Fuente: OACI

Tabla 2-3. Clasificación de aeropuertos de la OACI según el ancho de la pista.

Letra	Envergadura	Distancia externa tren de aterrizaje	Ejemplos de aeronaves
A	hasta 15 m	hasta 4.5 m	Cessna 172
B	de 15 m hasta 24 m	de 4.5 m hasta 6.0 m	Saab 340
C	de 24 m hasta 36 m	de 6.0 m hasta 9.0 m	Airbus A320, Boeing 737
D	de 36 m hasta 52 m	de 9.0 m hasta 14.0 m	Airbus A300, Boeing 757
E	de 52 m hasta 65 m	de 9.0 m hasta 14.0 m	Airbus A340, Boeing 747
F	de 65 m hasta 80 m	de 14.0 m hasta 16.0 m	Airbus A380

Fuente: OACI

2.3.3 Casos internacionales de gestión de proyectos de infraestructura aeronáutica.

El desarrollo de la infraestructura aeronáutica generalmente implica grandes proyectos que requieren un gran nivel de inversión. Por ello este tipo de proyectos se han utilizado para implementar aspectos de la administración profesional de proyectos y de portafolios. A continuación se presentan dos casos de proyectos exitosos: la reconstrucción de la Terminal 1 en el *Aeropuerto Internacional Heathrow* en Londres, Inglaterra, y la construcción de la pista 16R/34R del *Aeropuerto Internacional de Denver* en Colorado, EEUU. Además para ejemplificar un caso no exitoso, se presenta una breve descripción del Aeropuerto de Ciudad Real, actualmente en desuso en España.

Aeropuerto Internacional Heathrow en Londres, Inglaterra.

La Terminal 1 del Aeropuerto Heathrow era un edificio de 40 años de antigüedad en el 2004, que no cumplía con los requerimientos ni la capacidad para atender la demanda actual. Fue ampliado con un costo de £ 57.600.000. Debido a la aplicación de adecuadas técnicas de administración profesional de proyectos fue posible aumentar el alcance y ejecutar trabajos adicionales por £6.300.000 sin aumentar el presupuesto original.



Figura 2-10. Terminal 1 del Aeropuerto Heathrow, Londres, Inglaterra

Aeropuerto Internacional de Denver en Colorado, EEUU.

Debido a un incremento en la demanda de pasajeros, fue necesario construir una nueva pista de aterrizaje en el *Aeropuerto Internacional de Denver*, en EEUU. El proyecto se realizó aplicando herramientas de administración profesional de proyectos, específicamente las metodologías recomendadas en el PMBoK del PMI. El costo final del proyecto fue de 154 millones de dólares, y no los 166 millones

originalmente presupuestados, lo que permitió construir una nueva estación de bomberos en el aeropuerto. Además se entregaron las obras con 18 días de adelanto.



Figura 2-11. Vista general del Aeropuerto de Denver, Colorado, EEUU

Aeropuerto privado de Ciudad Real, España.

Este aeropuerto surgió de una iniciativa publico-privada. Sin embargo la crisis económica en España y debilidades en la planificación provocaron el cierre prematuro del aeropuerto, pues opero solamente del año 2008 al 2011. Con un costo final de € 700.000.000, actualmente es utilizado solamente en grabaciones de películas y comerciales.

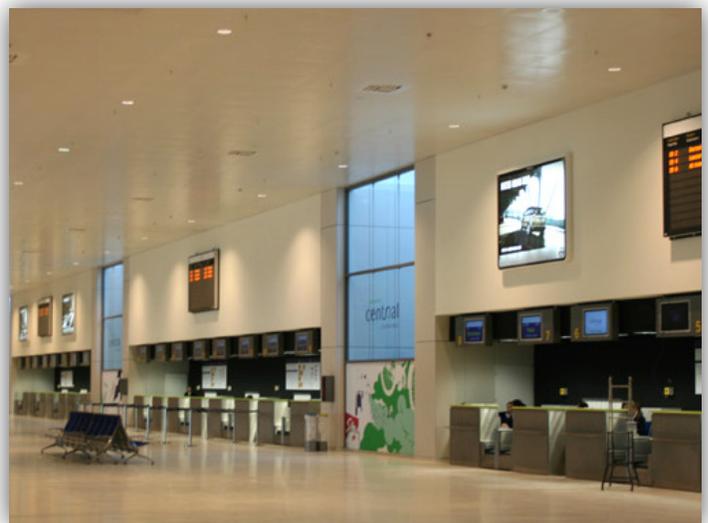


Figura 2-12. Vista interior del Aeropuerto de Ciudad Real, España.

Capítulo 3. Marco Metodológico

En el presente capítulo se presenta la metodología utilizada para desarrollar el proyecto, así como el tipo de investigación, fuentes y sujetos de información, técnicas de investigación y el procesamiento y análisis de datos utilizados.

3.1 Tipo de investigación.

La presente investigación aplicada puede considerarse del tipo descriptiva y correlacional, pues sintetiza información propia de los proyectos y los analiza a la luz de metodologías no utilizadas anteriormente en la organización. De acuerdo a su ubicación temporal, el proyecto también se considera del tipo transversal, pues se caracterizan los proyectos y propuestas de proyectos en un momento determinado, a principio del año 2015.

3.2 Fuentes y sujetos de investigación.

Las fuentes de información consisten en recursos útiles para extraer información relevante para la investigación. Se clasifican en fuentes primarias, secundarias y terciarias. En la presente investigación se utilizan fuentes primarias, las que “proporcionan datos de primera mano” (Hernández Sampieri, Roberto et al, 1999), y fuentes secundarias, las cuales recopilan y analizan información de otras fuentes. En la tabla 3-1 se muestran las fuentes de información específicas utilizadas en la investigación.

Tabla 3-1. Fuentes de información para el proyecto.

Fuentes primarias	<ul style="list-style-type: none"> • Informes y evaluaciones internas sobre los proyectos de infraestructura aeroportuaria en la DGAC • Legislación vinculante • Artículos de prensa sobre la DGAC • Proyectos de graduación en administración de proyectos • Correspondencia oficial de la DGAC
Fuentes secundarias	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones externas sobre la infraestructura aeroportuaria nacional • Páginas web de aeropuertos, empresas ejecutoras de proyectos de infraestructura aeronáutica, operadores aéreos, empresas consultoras y constructoras, etc.
Sujetos de información	<ul style="list-style-type: none"> • Personal de la DGAC, específicamente de los Departamentos de Infraestructura Aeronáutica, Planificación, Finanzas y Dirección Ejecutiva. • Personal operativo de los aeropuertos y aeródromos • Pilotos y personal de aerolíneas • Usuarios de instalaciones aeroportuarias

Fuente: Elaboración propia

3.3 Técnicas y herramientas de investigación

Para obtener la información necesaria para el proyecto, se utilizaron varias técnicas y herramientas de investigación, entre las que destacan:

- **Revisión documental**: Se utilizan diversas fuentes de información para establecer los procedimientos utilizados, estado de los proyectos, regulación aeronáutica internacional, políticas institucionales, percepción y expectativas de los grupos de interés, etc.
- **Observación**: Se utiliza para documentar aspectos de los procedimientos y cultura organizacional no establecidos formalmente. Además para verificar o estimar el avance en la ejecución de los proyectos.

- **Entrevistas no estructuradas**: Se utilizan para recopilar información sobre la percepción de diferentes actores con respecto a la ejecución de los proyectos, la priorización de objetivos estratégicos, etc. Las personas a entrevistar fueron funcionarios de distintos departamentos de la DGAC, directivos de CETAC, responsables de elaborar la estrategia institucional, etc.
- **Comparación por pares**: En esta técnica se comparan dos elementos a la vez, mediante una escala que permita determinar la relación comparativa de los elementos para una variable específica. Se utiliza para jerarquizar los objetivos estratégicos y diversos factores de cumplimiento de la estrategia en los proyectos. Se aplica a sujetos de estudio calificados e involucrados con la dirección de los proyectos.
- **Análisis matricial**: Sirve para compilar y comparar información de distintos proyectos con múltiples variables a la vez. De esta manera se observa fácilmente, por ejemplo, cuáles proyectos cumplen determinados objetivos estratégicos y cuáles no.
- **Juicio experto**: Se realizan entrevistas a personas conocedoras de temas de la investigación, que participan en la elaboración de las estrategias nacionales para el desarrollo de la aviación en Costa Rica.

3.4 Procesamiento y Análisis de Datos.

En concordancia con los objetivos específicos trazados en la sección 1.4.2, el procesamiento y análisis de datos se dividió en tres fases, las cuales correspondieron a las actividades mostrados en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Fases de procesamiento de datos.

Fases de procesamiento de datos	
Fase estratégica	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los procesos de formulación de la estrategia y de gestión de los proyectos en la organización • Identificar los objetivos estratégicos asociados al desarrollo de infraestructura aeronáutica • Elaborar los cuestionarios y formularios de comparación por pares para las entrevistas • Identificar los funcionarios de la DGAC a entrevistar • Realizar las entrevistas • Compilar la información y calcular los indicadores de importancia relativa entre los objetivos estratégicos (Entregable N° 1) • Analizar e interpretar los resultados obtenidos del entregable N° 1
Fase de filtrado	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las fuentes de información sobre proyectos y propuestas de proyectos • Recopilar información sobre los proyectos para elaborar una lista preliminar • Identificar los funcionarios de la DGAC a entrevistar • Realizar las entrevistas • Identificar los proyectos de ejecución obligatoria y los proyectos ya descartados • Compilar la lista de proyectos candidatos (Entregable N° 2) • Analizar e interpretar resultados del entregable N° 2
Fase de selección	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular los beneficios económicos esperados de cada proyecto, con base en la información de las fases anteriores • Calcular y analizar los resultados globales y la curva de rendimiento del portafolio total • Identificar los escenarios a evaluar con base en distintos parámetros de los proyectos • Calcular los resultados económicos de cada escenario o combinación de proyectos, para establecer los criterios de selección • Proponer una cartera óptima de proyectos, con base en los criterios establecidos (Entregable N° 3) • Analizar e interpretar los resultados del entregable N° 3

Capítulo 4. Análisis de Resultados

En el presente capítulo se desarrollan las dos primeras fases del modelo de gestión de portafolios, el cual se presentó en la sección 2.2. Estas fases generan los entregables correspondientes a los dos primeros objetivos estratégicos de la investigación. Para cada fase se presentan las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y su interpretación, lo cual sirve como base para plantear una propuesta cartera óptima de proyectos en el capítulo siguiente.

4.1 Fase estratégica: priorización de los objetivos

En la presente sección se aborda el primer objetivo específico de la investigación, el cual se refiere a la obtención de los objetivos estratégicos priorizados. Se presentan los resultados obtenidos en la identificación de la estrategia y de los correspondientes objetivos, mediante técnicas de revisión documental de la información proporcionada por la DGAC y de la legislación nacional. Así como los resultados del proceso de validación y priorización de los objetivos, realizado con base en el criterio de los funcionarios entrevistados de la DGAC.

4.1.1 Implementación de la estrategia organizacional y procedimientos

A continuación se presentan los procesos identificados para la formulación de la estrategia institucional, la cual se presentó en la sección 1.1.4, y los procesos internos de gestión sobre la selección, aprobación y ejecución de los proyectos

La DGAC es una organización desconcentrada del MOPT, que maneja recursos de origen público y cuyos proyectos y funciones son de interés para la sociedad. Por ello sus procedimientos estratégicos y de operación están debidamente reglamentados y documentados como institución pública.

A nivel nacional, cada gobierno entrante formula su propio plan estratégico nacional, con base en consultas ciudadanas y el respectivo plan de gobierno presentado durante la campaña. De esta estrategia nacional surgen metas por áreas específicas, que en el caso de la infraestructura aérea corresponden al *Área de Transporte*.

Generalmente estas estrategias sobre transporte son compartidas por los distintos gobiernos, y han tenido pocas variaciones en los últimos ediciones del *Plan Nacional de Desarrollo*. Por ejemplo en la edición 2011-2014 la acción estratégica “*Modernización de Aeródromos*” tiene por objetivo “*Mejorar la infraestructura y los servicios aeroportuarios, para que los usuarios se trasladen en forma segura, oportuna y confortable.*”, lo cual coincide con el mismo objetivo en la edición publicada en el 2015. Esta estrategia nacional permite, junto con la filosofía medular de la organización, formular los distintos planes operativos de la institución, incluyendo los financieros, operativos, de inversión, etc.

Con respecto a la selección de los proyectos, anualmente se hace una revisión del Plan de Inversión en la *Red Nacional de Aeródromos*. En este documento se enumeran los proyectos en ejecución, los programados y los que están en fases de planeación. Se muestran datos básicos como nombre del proyecto, objetivos, beneficios a alcanzar, estimación de costos, plazo y fecha de inicio propuestos, etc. Con base en el juicio experto de funcionarios de la dirección del Departamento de *Infraestructura Aeronáutica*, se hace una propuesta de ejecución, considerando la importancia relativa de los proyectos, presupuesto disponible, acuerdos internacionales, necesidades especiales, eventos naturales, etc.. Dicha propuesta es presentada a la Junta Directiva de la CETAC, que puede modificar la propuesta y aprobarla para su inclusión en el *Plan Operativo Institucional* del año siguiente. En esta etapa los miembros de la CETAC pueden aplicar criterios políticos para la aprobación, modificación o priorización de los proyectos.

Una vez con el *Plan Operativo Institucional* aprobado, cada departamento ejecuta las funciones o proyectos que le fueron asignados.

4.1.2 Identificación de los objetivos estratégicos

Para desarrollar la estrategia en una organización se pueden utilizar técnicas con distintos grupos de trabajo, ya sean estos de nivel gerencial u operativos. Es estos grupos los objetivos estratégicos pueden ser definidos por medio de procesos iterativos y colaborativos, por ejemplo lluvia de ideas o sesiones grupales, para proponer, mejorar o descartar ciertas ideas comunes sobre la estrategia. Esto se realiza para definir frases descriptivas clave sobre la estrategia organizacional, que sean claras, entendidas y aprobadas por todos, las cuales corresponderían a los objetivos estratégicos.

La presente investigación no pretende formular una nueva estrategia institucional, sino que se utilizó la filosofía medular existente, presentada en la sección 1.1.4, para identificar los objetivos estratégicos. La revisión documental mostró que dicha estrategia organizacional presenta objetivos de carácter global o general en el tema del desarrollo aeronáutico, los cuales pueden ser poco útiles para discriminar o identificar la importancia relativa de los proyectos a nivel departamental, como lo requiere la presente investigación. Con base en la revisión documental e información brindada por funcionarios de la DGAC, se prefirió tomar como base las metas estratégicas descritas en el *Plan Operativo Institucional 2015* (DGAC, 2015), el cual refleja adecuadamente las principales funciones del *Departamento de Infraestructura Aeronáutica*. Dichas metas estratégicas se transcriben a continuación:

1. *Mejorar la distribución del espacio físico del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría para continuar su desarrollo por medio de la reubicación de COOPESA.*
2. *Mejora en los servicios aeroportuarios de los aeródromos de Coto 47 y Los Chiles y Upala.*
3. *Desarrollar los estudios de emplazamiento y socioeconómicos requeridos para los aeródromos de la Zona Norte, Huetar Caribe, Metropolitano y Zona Sur.*
4. *Modernizar la estructura organizativa e implementar el Plan Estratégico Institucional y nuevas tecnologías informáticas, a fin de mejorar el desarrollo de la gestión institucional para brindar servicios de calidad a los usuarios de la aviación civil.*
5. *Implementar el plan de vigilancia operacional, certificación, supervisión y fiscalización de las actividades relativas a operaciones, mantenimiento, capacitación y habilitación del personal aeronáutico mediante la planificación integral de la vigilancia a los diferentes actores involucrados en las referidas actividades en las instalaciones aeroportuarias, mediante la aplicación de la normativa y regulaciones a fin de garantizar la seguridad operacional.*

Con base en las metas estratégicas citadas, se identifican los siguientes objetivos estratégicos a nivel de departamento, los cuales fueron validados por los funcionarios de la DGAC entrevistados, como se describe más adelante en la sección 4.1.3.

- 1. Mejoramiento de la infraestructura de aeropuertos internacionales.** Se refiere a las mejoras en los aeropuertos internacionales *Juan Santamaría* en Alajuela y *Daniel Oduber Quirós* en Liberia. Ambos tienen consideraciones especiales pues el primero está en un contrato de gestión interesada, mientras que el segundo tiene la terminal de pasajeros en concesión de obra pública. Son fundamentales para el desarrollo del país, pues mueven casi la totalidad de los vuelos internacionales y son los únicos con capacidad para atender aeronaves de gran tamaño, incluyendo los aviones *Boeing 747* o los *Airbus A340*.
- 2. Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado aéreo).** Se refiere a las mejoras en el lado aéreo de todos los restantes aeródromos del país, que operan con aeronaves de menores dimensiones y en vuelos nacionales. Algunas tienen importancia especial no por su movimiento de pasajeros sino por sus ubicaciones estratégicas. Por ejemplo el Aeródromo de *Barra de Tortuguero* fue fundamental para atender el conflicto de *Isla Calero* en la zona norte del país.
- 3. Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado terrestre).** Consiste en mejoras de infraestructura en el lado terrestre para el mismo grupo de aeródromos del objetivo estratégico anterior. El tipo de obras pueden incluir mejoras en cercas perimetrales, drenajes pluviales, terminales de pasajeros y de carga, estacionamientos para vehículos terrestres, oficinas administrativas, etc.
- 4. Desarrollo de nuevos aeródromos.** Actualmente están en etapas de estudios y diseño nuevos aeropuertos en la Zona Sur y en la zona de Orotina, los cuales serían aeropuertos internacionales de gran importancia. Este objetivo está intrínsecamente relacionado con las estrategias nacionales de transporte aéreo a mediano y largo plazo.

Es importante aclarar que la DGAC maneja de forma integral el tema de la aviación en Costa Rica, y por ello desarrolla proyectos en otras áreas, como navegación y control aéreo, seguridad aeroportuaria, registro y certificaciones de aeronaves, etc., los cuales pueden generar a su vez otros objetivos estratégicos. Sin embargo la presente investigación se limita al ámbito de la infraestructura aeronáutica, que se refiere al desarrollo de obras civiles y de infraestructura necesarias para el aterrizaje, despegue y la operación terrestre de las aeronaves, y por lo tanto otros objetivos estratégicos quedarían fuera del alcance de la investigación.

4.1.3 Validación y priorización de los objetivos

Se considera que los objetivos identificados en la sección anterior, con base en la revisión documental de la estrategia institucional, reflejan adecuadamente el quehacer del *Departamento de Infraestructura Aeronáutica* de la DGAC, pues corresponden al tipo de proyectos que usualmente desarrollan. Sin embargo para validarlos adecuadamente se realizaron entrevistas a funcionarios de la DGAC familiarizados con los proyectos y con la estrategia institucional. Por ello se seleccionó personal de las áreas gerenciales de Planificación y de Infraestructura Aeronáutica, para aplicar el formulario mostrado en el Anexo 1. Las personas entrevistadas se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4-1. Personal entrevistado para la etapa de priorización de objetivos.

#	Cargo	Departamento	Título
1	Directora	Infraestructura Aeronáutica	Ingeniera Civil
2	Ingeniero de proyectos	Infraestructura Aeronáutica	Ingeniero Industrial
3	Coordinadora OACI	Planificación	Licenciada en Administración

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que existe un consenso en cuanto a la aprobación de los objetivos seleccionados, pues se consideran representativos de la filosofía medular de la organización y de las funciones del *Departamento de Infraestructura Aeronáutica*.

Es importante mencionar que ciertos proyectos generan mayores expectativas en los entrevistados. Por ejemplo, el nuevo *Aeropuerto Metropolitano*, el cual podría ser el proyecto más grande e importante en la historia del país, aunque actualmente se encuentra en etapas de estudios preliminares.

Para realizar la priorización de objetivos se incluyó en el formulario una serie de escalas de comparación por pares, encarando entre si los objetivos propuestos en la sección 4.1.2. En la Figura 4.1 se muestra un ejemplo del tipo de formulario de comparación, en el cual los participantes marcan en una escala lineal su percepción particular sobre la importancia relativa entre uno y otro objetivo. El ejemplo muestra el objetivo del mejoramiento en la infraestructura de aeropuertos internacionales contra el desarrollo de nuevos aeródromos, utilizando una escala de siete valores intermedios. Esta comparación se realiza para cada combinación posible entre los objetivos estratégicos.

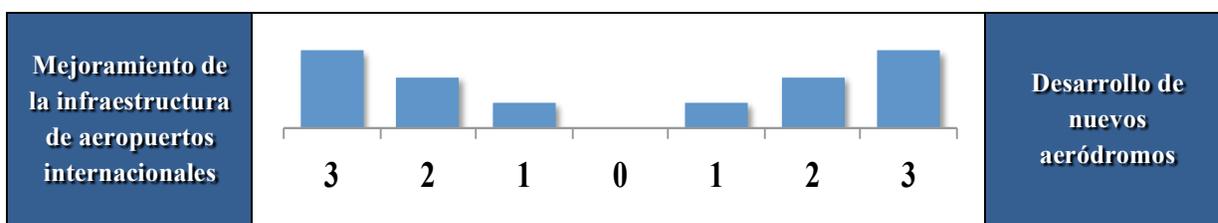


Figura 4-1. Ejemplo de escala de comparación por pares entre objetivos.
Fuente: Elaboración propia

Al promediar y normalizar los resultados obtenidos de todos los participantes, se obtienen los resultados mostrados en la Figura 4-2. Es importante hacer notar que los resultados están normalizados con un valor de 1.00 para el objetivo más importante, pues los análisis posteriores son adimensionales y lo que se pretende es identificar explícitamente las diferencias relativas de importancia entre los distintos objetivos estratégicos.

Importancia relativa de los objetivos estratégicos

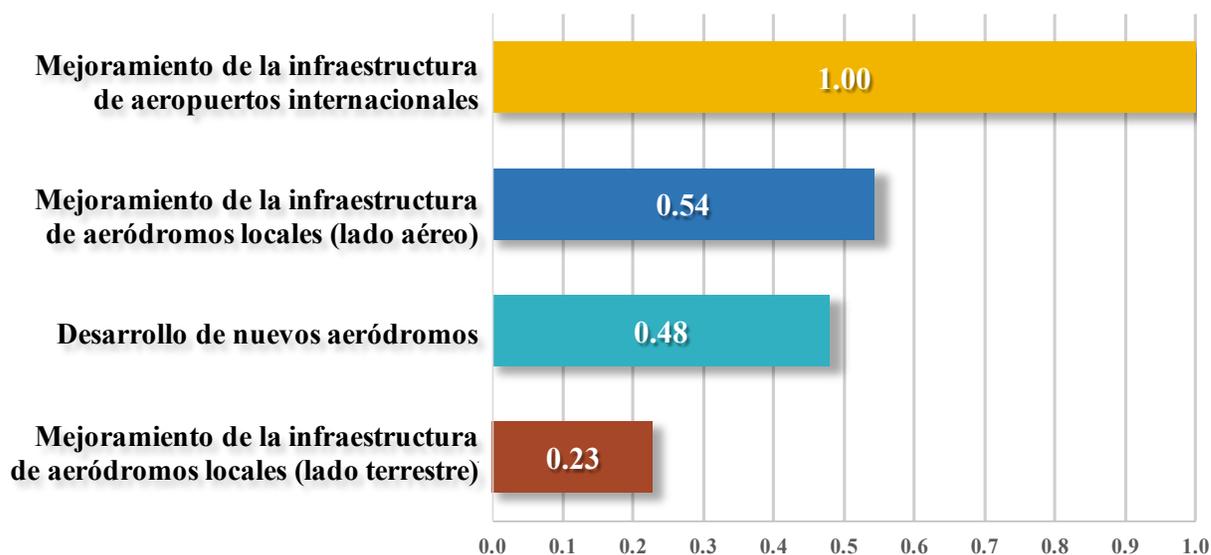


Figura 4-2. Importancia relativa de los objetivos priorizados.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el objetivo estratégico más importante consiste en las mejoras en la infraestructura de los aeropuertos internacionales, como el Aeropuerto Juan Santamaría en Alajuela o el Aeropuerto Daniel Oduber de Liberia. Este grupo de aeropuertos son estratégicos para el tráfico aéreo, pues manejan casi la totalidad del transporte internacional de personas y de carga, y genera la mayor parte de los ingresos económicos por servicios aéreos de la DGAC. De ahí su importancia relativa.

En segundo lugar se encuentran las mejoras o mantenimiento del lado aéreo de los aeródromos locales, los cuales son muy importantes por ejemplo para acceder rápidamente a distintas partes del país, aunque algunos aeródromos tengan poco tránsito.

Con un valor muy cercano tenemos en tercer lugar al desarrollo de nuevos aeródromos y aeropuertos. Este objetivo se relaciona por ejemplo con proyectos como el nuevo *Aeropuerto Metropolitano*, que debe entrar en operación en el año 2025 cuando el actual aeropuerto de Alajuela alcance su capacidad máxima, y de no hacerlo crearía una seria barrera al desarrollo integral del país. De ahí la mayor importancia asignada por las personas entrevistadas a este objetivo. Finalmente se encuentran las mejoras en los aeródromos locales en su parte terrestre. Este resultado se puede explicar porque para la operación de las aeronaves es fundamental la buena condición del lado aéreo,

especialmente la pista de aterrizaje. Mientras que las mejoras en la parte terrestre, que serían terminales, accesos, cerramientos, etc., se verían como algo complementario a la parte aérea, y no esenciales para la llegada y salida de aeronaves.

Los valores obtenidos sobre la importancia relativa de cada objetivo se utilizará en el capítulo siguiente, cuando se combinen con la información de los proyectos, para obtener el aporte de estos al cumplimiento de la estrategia, y de esta manera identificar cuales proyectos son los más importantes y factibles de incluir en la cartera.

4.2 Fase de filtrado: determinación de los proyectos candidatos

En la presente sección se muestra el proceso de identificación de los proyectos candidatos, los cuales corresponden al entregable del segundo objetivo específico de la investigación. Esto se realiza para revisar la viabilidad de los proyectos y descartar aquellos que no estén relacionados con el plan estratégico de la organización. A continuación se presentan los resultados de la identificación de los proyectos y la valoración de cada uno de ellos, con respecto a los objetivos de la fase estratégica, por parte de los funcionarios entrevistados de la DGAC.

4.2.1 Identificación de los proyectos

Debido a las metodologías y procedimientos de planificación y financiamiento del sector público, los proyectos y planes de proyecto están documentados según reglamentos, procedimientos, normas, etc. no solamente a nivel institucional, sino con injerencia de otros organismos, como el Ministerio de Planificación, Contraloría General de la República, Ministerio de Hacienda, etc.

Para compilar la lista preliminar de proyectos se consultaron varias fuentes, de manera que se incluyeran no solamente los que están actualmente en ejecución, sino también propuestas y proyectos en planificación. Esta revisión documental se hizo con base en información brindada por funcionarios de la DGAC y en fuentes bibliográficas tales como:

- Planes Operativos Institucionales (DGAC)
- Evaluación de los Planes Operativos Institucionales (DGAC)
- Planes de Programas de Inversión (DGAC)
- Banco de Datos de Proyectos de Inversión Pública (BPIP) de MIDEPLAN
- Presupuestos y evaluaciones financieras de la DGAC

Se identificaron un total de 27 proyectos, los cuales se muestran en la Tabla 4.2. Se observa que la mayoría corresponden a mejoras en aeródromos en la periferia del país, pero los proyectos de mayor importancia se ejecutan en los aeropuertos internacionales.

Tabla 4-2. Lista preliminar de proyectos para la etapa de pre-filtrado.

	Proyecto		Proyecto
1	Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el AIJS	15	Mejoramiento del Aeródromo Drake
2	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47	16	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur
3	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles	17	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel
4	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ	18	Mejoramiento de la carpeta del Aeródromo de Laurel
5	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos	19	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Upala
6	Construcción del Aeródromo del Atlántico Sur	20	Mejoramiento del Aeródromo Puerto Jiménez
7	Construcción del Aeródromo de la Región Huetar Norte	21	Mejoramiento del Aeródromo Golfito
8	Construcción del Aeropuerto Internacional de la Zona Sur	22	Talado de árboles en Aeródromo de Nosara
9	Construcción del Aeropuerto Metropolitano	23	Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara
10	Mejoramiento integral de los sistemas electromecánicos, calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del obstáculo AITB	24	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Tortuguero
11	Mejoramiento del Aeródromo La Managua, Quepos	25	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Colorado
12	Construcción de la nueva estación de Bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ	26	Mejoramiento del Aeródromo de Bataan
13	Construcción de calle de rodaje, ampliación plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales AIDOQ	27	Mejoramiento del Aeródromo de Buenos Aires
14	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ		

Nota: AIJS: Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (Alajuela), AIDOQ: Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós (Liberia, Guanacaste), AITB: Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños (Pavas, San José)

Para cada proyecto se recopiló una serie de información básica, como el nombre, objetivos, duración, costo estimado, responsables, etc. En la Tabla 4.3 se muestra un ejemplo de la información recopilada para el caso del proyecto de “Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles”. En el Apéndice 1 se muestra el detalle de la información para todos los proyectos considerados.

Tabla 4-3. Ejemplo de la ficha del proyecto “Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles”.

Nombre del proyecto:	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles
Descripción:	<ul style="list-style-type: none"> • Recarpeteo y ampliación de pista a 18 m de ancho. • Conformación de franjas de seguridad. • Construcción de un cercado perimetral. • Canalización y evacuación de las aguas pluviales
Código MIDEPLAN	9,6,001187
Duración:	3.81 meses
Inicio:	12/3/15
Fin:	9/7/15
Costo estimado:	\$ 3.354.691,40
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Emergencia/Seguridad
Categoría:	OACI 1ª

Fuente: DGAC, 2014

Al analizar la distribución geográfica de los proyectos, se obtiene el mapa mostrado en la Figura 4-4. Se observa que la mayoría se ejecutan en áreas periféricas del país, donde existe mayor demanda de vuelos nacionales, ya sea por razones turísticas o por dificultades de acceso terrestre.

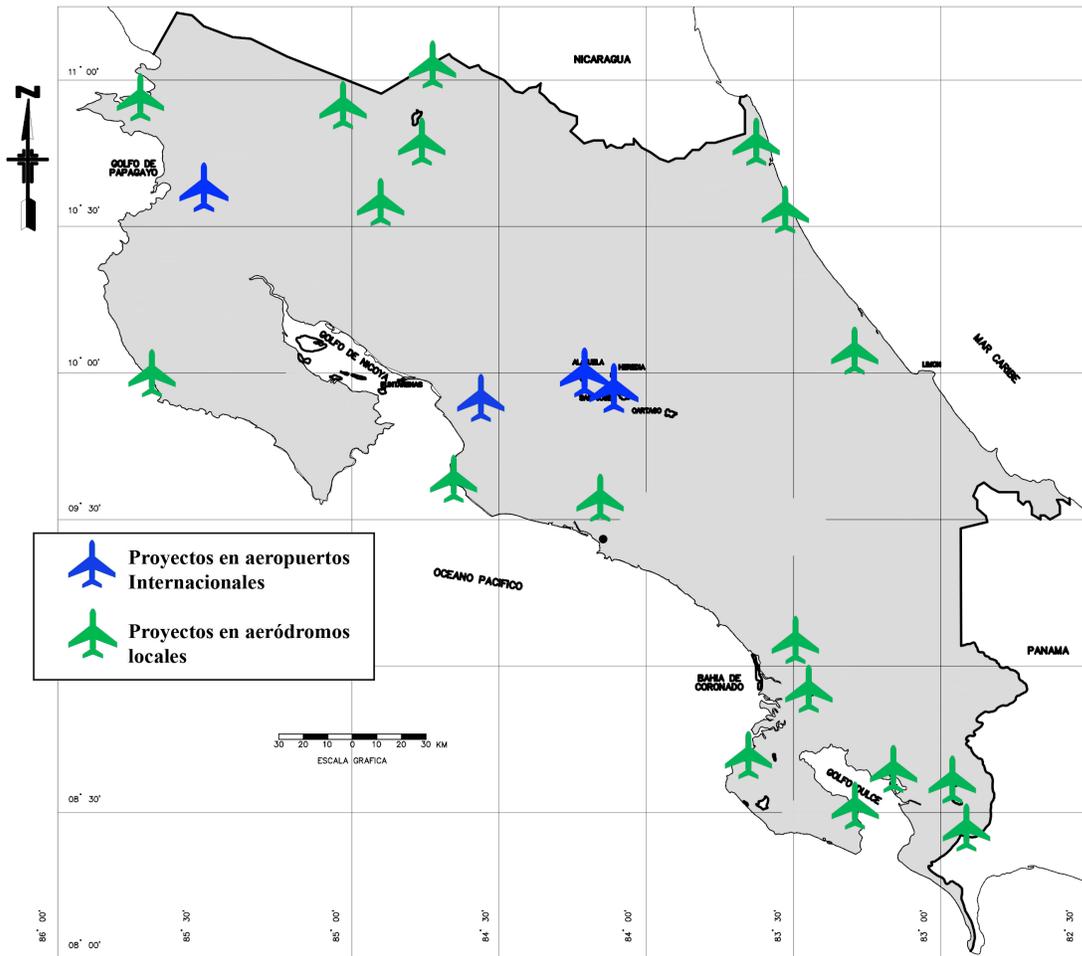


Figura 4-3. Ubicación geográfica de los proyectos.
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la distribución temporal de los proyectos hay que considerar horizontes de hasta diez años para efectos de planificación. Por ejemplo, los proyectos considerados que se encuentran en los *Planes de Programas de Inversión*, contemplan horizontes de planificación financiera de cinco años. Además ciertos proyectos de gran envergadura, como el nuevo *Aeropuerto Metropolitano* que debe entrar en operación en el año 2025, actualmente solo incluye costos de fases iniciales, como estudios de ubicación, análisis de vientos predominantes, impacto sonoro, etc. Además es importante mencionar que otros proyectos, como el de mejoras en el aeródromo de Baatan o el de Buenos Aires, se encuentran en etapas muy preliminares, por lo que la estimación de costos se hace de manera provisional con base en datos de aeropuertos de semejante categoría y dimensiones.

4.2.2 Resultado de las entrevistas

Una vez identificados los proyectos, es necesario obtener información de primera mano con los equipos de proyectos encargados de los mismos. Con los proyectos que no están en ejecución, se obtiene información de los encargados de la planificación. De esta manera es posible identificar, entre otras cosas, cuales proyectos se deben ejecutar obligatoriamente, ya sea por una decisión política o por una importancia excepcional para el desarrollo del país. O por el contrario se identifican cuales proyectos han perdido importancia o interés, o cuáles no han superado satisfactoriamente las etapas iniciales de planificación, ya sea por su inviabilidad financiera o técnica. También se obtiene la valoración de los entrevistados sobre la importancia de cada proyecto para el cumplimiento de cada objetivo estratégico identificado en la sección 4.1.

Para ello se realizan entrevistas utiliza el cuestionario mostrado en el Anexo 2. Con este cuestionario se pretende obtener la siguiente información:

- Identificar los proyectos considerados como de ejecución obligatoria.
- Identificar los proyectos financiera o técnicamente inviables o los que ya fueron descartados por la administración.
- Identificar las variables de los proyectos que se utilizan para decidir sobre la planificación y ejecución de los mismos.
- Obtener la valoración subjetiva, de cada entrevistado, con respecto al aporte de cada proyecto a cada objetivo estratégico.
- Identificar factores de riesgo o variables que puedan utilizarse para los análisis de sensibilidad.

Para este tipo de entrevistas es importante el conocimiento operativo sobre los proyectos, por lo que las personas seleccionadas pertenecen tanto a la gerencia de los *Departamentos de Infraestructura y Planificación* de la DGAC, como a los equipos ejecutores de proyectos del *Departamento de Infraestructura*. No se entrevistaron a miembros de la CETAC ni de la Dirección General de la DGAC, pues estos son niveles menos operativos y no manejan información detallada sobre los proyectos. En la Tabla 4-4 se muestran las personas entrevistadas en esta fase de filtrado de proyectos.

Tabla 4-4. Personas entrevistadas para la etapa de priorización de objetivos.

	Cargo	Departamento	Título
1	Directora	Infraestructura Aeronáutica	Ingeniera Civil
3	Equipo proyectos	Departamento de Infraestructura	Ingeniero Civil
4	Coordinadora OACI	Departamento de Planificación	Licenciada en Administración

Fuente: Elaboración propia

Como parte de las entrevistas, se solicitó identificar los proyectos que tienen un carácter de ejecución obligatoria, ya sea por compromiso político, una urgencia o condición especial o por decisión expresa de la Junta Directiva de CETAC. Los proyectos identificados como de ejecución obligatoria fueron:

- **Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el AIJS.**

Con este proyecto de \$32.000.000 se pretende trasladar los talleres de COOPESA para desocupar 60.000 m², necesarios para continuar con la ampliación del aeropuerto, el cual está bajo un régimen de gestión interesada por parte de la empresa AERIS.

Este proyecto está contemplado en

el *Plan Maestro* de desarrollo de dicho aeropuerto y forma parte de los compromisos a ejecutar por parte de la DGAC.



Figura 4-4. Esquema del traslado de los talleres de COOPESA en el AIJS.

Fuente: *El Financiero* (2012)

- **Aeropuerto Metropolitano**

De acuerdo a las tendencias de crecimiento en el transporte aéreo, para el año 2025 el país requerirá un nuevo aeropuerto internacional de primera categoría, el cual deberá tener dos pistas de aterrizaje y capacidad para movilizar diez millones de pasajeros al año.

Actualmente se realizan los estudios preliminares para definir

su ubicación y dimensionamiento, necesarios para continuar con las etapas de planificación, diseño, construcción y operación del proyecto. Este aeropuerto se considera de fundamental importancia para el desarrollo del país, debido a las limitaciones de crecimiento que ya enfrenta el AIJS en Alajuela. Además de la infraestructura del aeropuerto, este proyecto tiene muchas implicaciones en cuanto a servicios, creación de empleo, transporte vehicular y ferroviario, desarrollo local, etc.



Figura 4-5. Titulares del 2012 sobre el nuevo aeropuerto.
Fuente: La República, 2012

La información recopilada también permitió identificar proyectos que ya no tienen viabilidad técnica o financiera o que fueron descartados para su eventual ejecución. Se encontró solamente un caso específico:

- **Aeropuerto Internacional del Sur.** Este plan pretendía construir un nuevo aeropuerto internacional de gran capacidad en la zona sur del país. Los resultados preliminares de los estudios de factibilidad y de impacto ambiental descartan la viabilidad del proyecto, por lo que ya no se considera su futura ejecución. No se consideró adecuado para un país relativamente pequeño como el nuestro desarrollar múltiples aeropuertos internacionales y además no se logró visualizar suficiente demanda ni una adecuada fuente de financiamiento.

Las entrevistas sirvieron además para obtener la percepción del aporte de cada proyecto a los correspondientes objetivos estratégicos, mediante índices que permitan luego relacionar el costo invertido con el retorno de cada proyecto, siempre en términos monetarios.

Los participantes mencionados en la Tabla 4-4 completaron un cuadro semejante al mostrado en la Figura 4-6, indicando su percepción únicamente en los proyectos con los que cuenta información para hacer una adecuada valoración. En las casillas se indica un valor de 0 a 1, para asociar la percepción personal sobre el aporte de cada proyecto a cada objetivo estratégico.

#	Proyectos	Objetivos estratégicos			
		①	②	③	④
1	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47				
2	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles				
3	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélago				
...	...				
26	Proyecto n				

Figura 4-6. Ejemplo del tipo de formulario utilizado para la evaluación de proyectos.
Fuente: Elaboración propia.

Al consolidar la información de las personas entrevistadas, mediante promedios algebraicos simples, se obtienen los resultados mostrados en la Figura 4.7. Los resultados tienen en cuenta la importancia relativa de los diferentes objetivos y la media aritmética en las respuestas de los formularios aplicados. La contribución total se normaliza a un valor máximo de 1,00 para interpretar mejor los resultados. Esto se puede hacer porque los valores obtenidos son adimensionales, y lo importante son las magnitudes relativas entre sí, no sus valores absolutos.

	Objetivo	Promedio aritmético				Beneficio ponderado
		1	2	3	4	
		Importancia relativa	1,00	0,54	0,23	
Proyectos	Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el AIJS	1,00				1,00
	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47		1,00			0,54
	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles		1,00			0,54
	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ	1,00				1,00
	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos		0,90			0,49
	Construcción del Aeródromo del Atlántico Sur				1,00	0,48
	Construcción del Aeródromo de la Región Huasteca Norte				1,00	0,48
	Construcción del Aeropuerto Metropolitano				1,00	0,48
	Mejoramiento integral de los sistemas electromecánicos, calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del obstáculo	0,90				0,90
	Mejoramiento del Aeródromo La Managua, Quepos		1,00	0,85		0,74
	Construcción de la nueva estación de Bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ	1,00				1,00
	Construcción de calle de rodaje, ampliación plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales	1,00				1,00
	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ	1,00				1,00
	Mejoramiento del Aeródromo Drake		0,90			0,49
	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur		0,65			0,35
	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel		0,65			0,35
	Mejoramiento de la carpeta del Aeródromo de Laurel		0,75			0,41
	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Upala		0,65			0,35
	Mejoramiento del Aeródromo Puerto Jiménez		0,85			0,46
	Mejoramiento del Aeródromo Golfito		0,85			0,46
	Talado de árboles en Aeródromo de Nosara		0,60			0,33
	Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara			0,65		0,15
	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Tortuguero		0,85			0,46
	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Colorado		0,85			0,46
	Mejoramiento del Aeródromo de Bataan		0,85			0,46
	Mejoramiento del Aeródromo de Buenos Aires		0,85			0,46

Figura 4-7. Aporte consolidado de los proyectos.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que pocos proyectos generan aportes en más de un objetivo. Esto indica que los proyectos están bien definidos y son bastante específicos en cuanto a sus metas. Algunas valoraciones indican aportes con valor de 1,00, lo cual indica una total correspondencia entre los objetivos de un proyecto con un determinado objetivo estratégico, lo cual indica una buena definición de los proyectos para el eventual cumplimiento de la estrategia.

Estos datos son importantes porque se utilizan en el siguiente capítulo como índices para calcular el retorno de la inversión de los proyectos, y así seleccionar los que generan mayores aportes relativos al cumplimiento de la estrategia organizacional. Estos valores se utilizan además para los análisis de sensibilidad y la selección de la cartera óptima de proyectos.

4.2.3 *Proyectos candidatos*

La lista de los proyectos candidatos representa las opciones viables para incluir dentro de los análisis de optimización de la cartera. Al aplicar el filtrado a la lista preliminar presentada en la sección 4.2.1, se logra eliminar los proyectos que ya fueron catalogados como inviables y los que no logran ningún alineamiento con los objetivos estratégicos identificados en la sección 4.1. En la Tabla 4-5 se muestra la lista depurada de proyectos candidatos.

Tabla 4-5. *Lista de proyectos candidatos.*

	Proyecto		Proyecto
1	Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el AIJS	14	Mejoramiento del Aeródromo Drake
2	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47	15	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur
3	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles	16	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel
4	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ	17	Mejoramiento de la carpeta del Aeródromo de Laurel
5	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos	18	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Upala
6	Construcción del Aeródromo del Atlántico Sur	19	Mejoramiento del Aeródromo Puerto Jiménez
7	Construcción del Aeródromo de la Región Huetar Norte	20	Mejoramiento del Aeródromo Golfito
8	Construcción del Aeropuerto Metropolitano	21	Talado de árboles en Aeródromo de Nosara
9	Mejoramiento integral de los sistemas electromecánico, calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del obstáculo AITB	22	Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara
10	Mejoramiento del Aeródromo La Managua, Quepos	23	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Tortuguero
11	Construcción de la nueva estación de Bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ	24	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Colorado
12	Construcción de calle de rodaje, ampliación plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales AIDOQ	25	Mejoramiento del Aeródromo de Bataan
13	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ	26	Mejoramiento del Aeródromo de Buenos Aires

Fuente: *Elaboración propia*

Con respecto a la lista original de proyectos, se descartó solamente el proyecto del *Aeropuerto Internacional del Sur*, el cual llegó hasta las fases de análisis de impacto ambiental. A pesar de que se descartó solamente el 4% de los proyectos, esto representó una disminución del 43% en el total del costo estimado de la cartera, como se observa en la Figura 4-8.

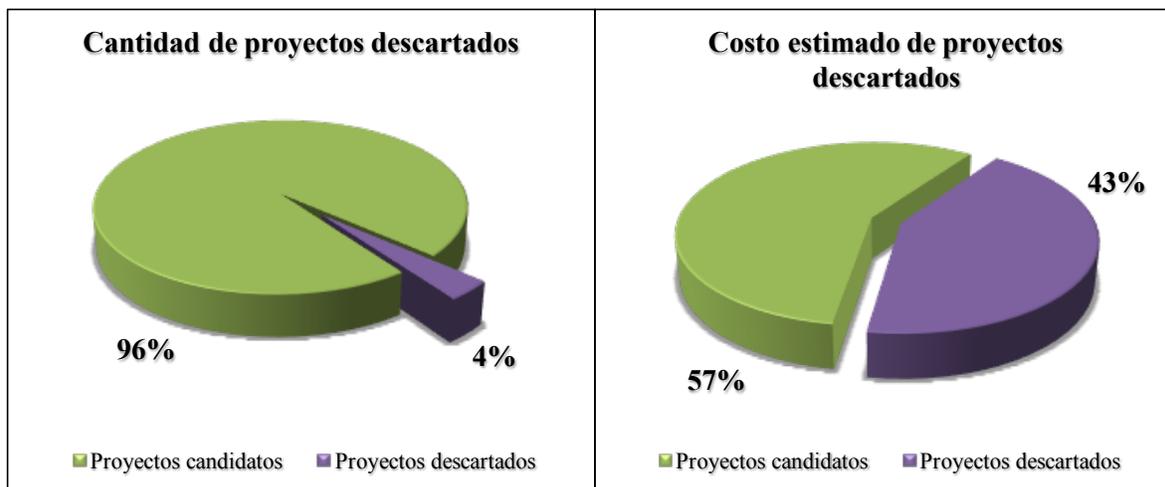


Figura 4-8. Cantidad y costo estimado de proyectos descartados.
Fuente: Elaboración propia.

Podría considerarse que una razón por la que no se encontraron proyectos alejados de las propuestas estratégicas, es que las metodologías existentes cumplen con una función de filtro para evitar que ingresen proyectos ajenos a la infraestructura aeroportuaria.

Capítulo 5. Solución Propuesta

En el capítulo anterior se obtuvieron los entregables correspondientes a los dos primeros objetivos específicos de la investigación, que son los objetivos estratégicos priorizados y la lista de proyectos candidatos. Estos entregables sirven como insumo en el presente capítulo para definir el portafolio óptimo de proyectos, que es el entregable correspondiente al tercer objetivo específico de la investigación. A continuación se presentan los análisis y cálculos que permiten obtener el portafolio inicial de proyectos, así como los análisis de sensibilidad ante distintos escenarios, las comparaciones y optimizaciones realizadas y finalmente la propuesta de portafolio óptimo.

5.1 Relaciones costo-beneficio de los proyectos.

En las distintas implementaciones a nivel de software de las metodologías de gestión de cartera, se manejan aspectos como la importancia relativa de los proyectos y de los objetivos, montos de inversión, capital disponible, niveles de riesgo, etc. Esto permite a los programas calcular las combinaciones o carteras óptimas de proyectos y presentar informes al usuario para que tome la decisión final sobre el portafolio. Sin embargo para evidenciar los procedimientos utilizados en la metodología, en la presente investigación se prefirió manejar los cálculos intermedios mediante hojas de cálculo, lo cual requirió definir algunos términos y procedimientos de cálculo intermedios.

Por ejemplo el beneficio esperado de cada proyecto se definió como el porcentaje de la inversión que se traduce en beneficios tangibles. Se calcula con base en el costo estimado, el cual se obtuvo al identificar los proyectos en la sección 4.2.1, y el beneficio ponderado o aporte de cada proyecto, obtenido en la sección 4.2.2. La fórmula utilizada para calcular el beneficio fue:

$$\text{Beneficio económico } (\$) = \text{Costo estimado } (\$) \times \text{Beneficio ponderado } (\%) \quad [5-1]$$

En la Tabla 5.1 se muestran los costos estimados, beneficio ponderado y los beneficios económicos obtenidos para todos los proyectos candidatos.

Tabla 5-1. Relaciones costo-beneficio para los proyectos candidatos.

#	Proyecto	Beneficio ponderado	Costo estimado	Beneficio económico
1	Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el AIJS	1,00	\$34.407.014	\$34.407.014
2	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47	0,54	\$2.436.309	\$1.319.667
3	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles	0,54	\$3.354.691	\$1.817.125
4	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ	1,00	\$645.500	\$645.500
5	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos	0,49	\$758.553	\$369.795
6	Construcción del Aeródromo del Atlántico Sur	0,48	\$4.598.039	\$2.203.227
7	Construcción del Aeródromo de la Región Huetar Norte	0,48	\$4.598.039	\$2.203.227
8	Construcción del Aeropuerto Metropolitano	0,48	\$1.000.000	\$479.167
9	Mejoramiento integral de los sistemas electromecánico, calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del obstáculo AITB	0,90	\$9.805.000	\$8.824.500
10	Mejoramiento del Aeródromo La Managua, Quepos	0,74	\$2.573.903	\$1.895.572
11	Construcción de la nueva estación de Bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ	1,00	\$1.960.785	\$1.960.785
12	Construcción de calle de rodaje, ampliación plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales AIDOQ	1,00	\$37.521.059	\$37.521.059
13	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ	1,00	\$4.408.354	\$4.408.354
14	Mejoramiento del Aeródromo Drake	0,49	\$325.441	\$158.652
15	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur	0,35	\$252.490	\$88.897
16	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel	0,35	\$221.179	\$77.873
17	Mejoramiento de la carpeta del Aeródromo de Laurel	0,41	\$500.668	\$203.396
18	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Upala	0,35	\$271.823	\$95.704
19	Mejoramiento del Aeródromo Puerto Jiménez	0,46	\$849.200	\$390.986
20	Mejoramiento del Aeródromo Golfito	0,46	\$1.071.414	\$493.297
21	Talado de árboles en Aeródromo de Nosara	0,33	\$1.250	\$406
22	Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara	0,15	\$13.125	\$1.955
23	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Tortuguero	0,46	\$1.221.963	\$562.612
24	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Colorado	0,46	\$1.168.398	\$537.950
25	Mejoramiento del Aeródromo de Bataan	0,46	\$299.250	\$137.780
26	Mejoramiento del Aeródromo de Buenos Aires	0,46	\$194.275	\$89.447
Σ			\$114.457.722	\$100.893.949

Fuente: Elaboración propia

Es importante aclarar que aunque se utilizan términos semejante a otras áreas de la administración, existen diferencias en el contexto de la metodología utilizada. Por ejemplo en formulación y evaluación de proyectos, un proyecto tiene asociado un monto de inversión y se espera que el retorno o beneficio económico sea mayor que la inversión para considerar que un proyecto es viable. En cambio en la metodología de gestión de portafolios utilizada, el retorno es menor que la inversión, porque esta tiene que ver con porcentajes de cumplimiento de los objetivos estratégicos pero expresados en términos económicos, para seleccionar los proyectos que relativamente aportan más valor a la organización.

Al analizar los datos de la tabla anterior se observa que hay dos proyectos cuya magnitud de inversión es comparable a la de todos los demás proyectos juntos, que corresponden al traslado de COOPESA y a las mejoras en el aeropuerto de Pavas. También hay que notar que los proyectos más pequeños tienen menores porcentajes de aprovechamiento estratégico, como se muestra por las diferencias entre las barras azules y verdes de la Figura 5.1. Además se observa que aproximadamente la mitad de los proyectos tienen un monto de inversión relativamente bajo, pero eso no quiere decir que sea factible ejecutarlos todos, pues hay que considerar otros aspectos, como se detalla más adelante.

Relaciones costo/beneficio de los proyectos

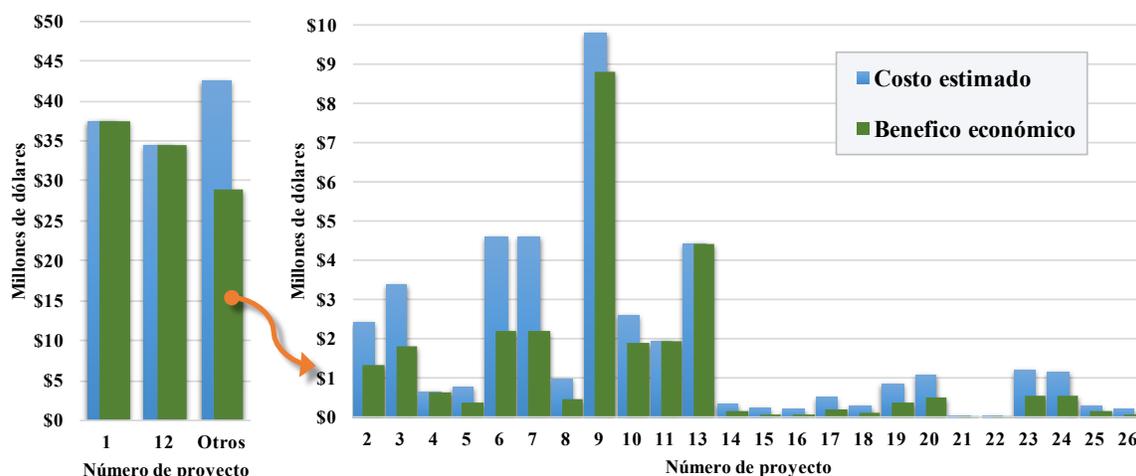


Figura 5-1. Relaciones costo/beneficio de los proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto importante de mencionar es que los costos de algunos proyectos solo incluyen etapas de diseño y planificación, por ejemplo en el nuevo *Aeropuerto Metropolitano* se estima el costo de la etapa actual en un millón de dólares, a pesar de que las etapas de diseño, construcción y operación posteriores sean del orden de cientos de millones de dólares.

5.2 Curva de rendimiento

Cuando se ordenan los proyectos según el beneficio ponderado, se obtiene el orden lógico de ejecución que teóricamente maximiza la eficiencia de la cartera. Sin embargo este análisis es incompleto hasta evaluar como influyen otras variables como la localización geográfica o temporal de los proyectos, los niveles de financiamiento, tipología de proyectos, interacción entre los mismos, etc.

En la Tabla 5-2 se muestran los proyectos ordenados según su beneficio ponderado, así como los valores de costos y beneficios acumulados, basados en la información de la Tabla 5-1.

Tabla 5-2. Lista de proyectos candidatos ordenados por beneficio ponderado, con los valores acumulados de costo y beneficio económicos.

#	Proyecto	Beneficio ponderado	Σ Costo estimado	Σ Beneficio económico
1	Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el AIJS	1,00	\$34.407.014	\$34.407.014
4	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ	1,00	\$35.052.514	\$35.052.514
11	Construcción de la nueva estación de Bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ	1,00	\$37.013.299	\$37.013.299
12	Construcción de calle de rodaje, ampliación plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales AIDOQ	1,00	\$74.534.358	\$74.534.358
13	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ	1,00	\$78.942.712	\$78.942.712
9	Mejoramiento integral de los sistemas electromecánico, calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del obstáculo AITB	0,90	\$88.747.712	\$87.767.212
10	Mejoramiento del Aeródromo La Managua, Quepos	0,74	\$91.321.615	\$89.662.785
2	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47	0,54	\$93.757.924	\$90.982.452
3	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles	0,54	\$97.112.615	\$92.799.576
5	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos	0,49	\$97.871.168	\$93.169.371
14	Mejoramiento del Aeródromo Drake	0,49	\$98.196.609	\$93.328.023
6	Construcción del Aeródromo del Atlántico Sur	0,48	\$102.794.648	\$95.531.250
7	Construcción del Aeródromo de la Región Huetar Norte	0,48	\$107.392.688	\$97.734.478
8	Construcción del Aeropuerto Metropolitano	0,48	\$108.392.688	\$98.213.644
19	Mejoramiento del Aeródromo Puerto Jiménez	0,46	\$109.241.888	\$98.604.630
20	Mejoramiento del Aeródromo Golfito	0,46	\$110.313.302	\$99.097.927
23	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Tortuguero	0,46	\$111.535.265	\$99.660.539
24	Mejoramiento del Aeródromo Barra del Colorado	0,46	\$112.703.663	\$100.198.489
25	Mejoramiento del Aeródromo de Bataan	0,46	\$113.002.913	\$100.336.269
26	Mejoramiento del Aeródromo de Buenos Aires	0,46	\$113.197.188	\$100.425.716
17	Mejoramiento de la carpeta del Aeródromo de Laurel	0,41	\$113.697.856	\$100.629.112
15	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur	0,35	\$113.950.345	\$100.718.010
16	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel	0,35	\$114.171.524	\$100.795.883
18	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Upala	0,35	\$114.443.347	\$100.891.587
21	Talado de árboles en Aeródromo de Nosara	0,33	\$114.444.597	\$100.891.994
22	Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara	0,15	\$114.457.722	\$100.893.949

Fuente: Elaboración propia

Al graficar la información de la tabla anterior, es posible obtener la curva de aprovechamiento del conjunto total de proyectos, como se muestra en la Figura 5-2. La curva asintota muestra como los primeros proyectos, con un beneficio de 1,00 tienen un mayor aporte a los resultados, y por ello la pendiente inicial es más elevada. Por su parte los proyectos subsiguientes generan aportes cada vez menores, y por ende la pendiente de la curva es menos inclinada. También es importante notar como los dos primeros proyectos sobresalen en la gráfica por la magnitud de sus inversiones. Además se indica con un círculo amarillo el punto de aprovechamiento, el cual varía para cada escenario analizado.

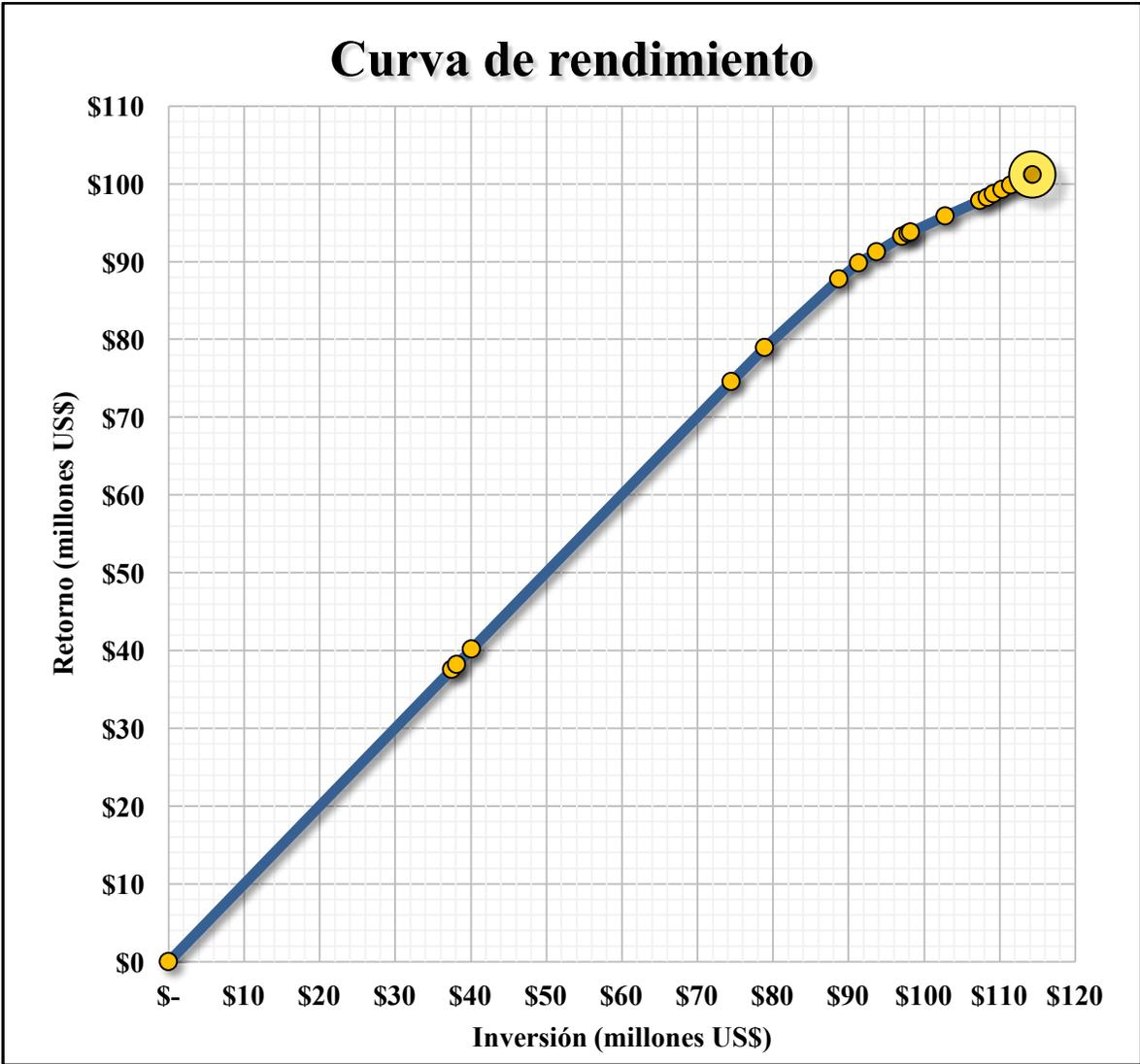


Figura 5-2. Curva de rendimiento del conjunto completo de proyectos del portafolio.
Fuente: Elaboración propia.

Con la información disponible es posible plantear el primer portafolio a analizar, correspondiente a la totalidad de los proyectos, y que se muestra en la Figura 5-3. En esta y en todas las carteras presentadas posteriormente, se resalta en amarillo los proyectos considerados a ejecutar. Además el punto analizado de la curva se representa con un círculo amarillo.

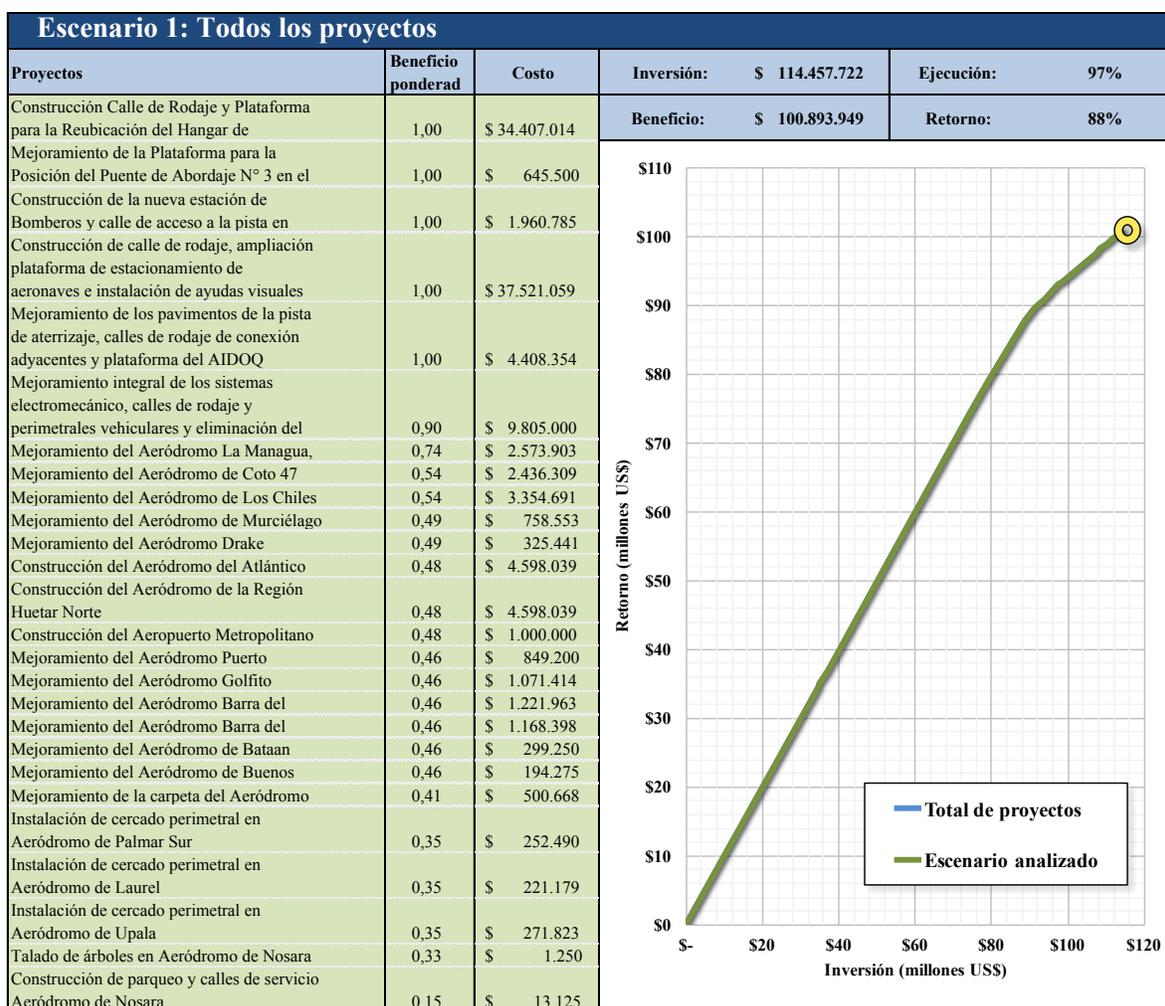


Figura 5-3. Escenario para el caso de ejecutar todos los proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

Para esta cartera con una ejecución del 100% y una inversión de \$114.457.722 se logra un beneficio neto de \$100.190.751, correspondiente al 88% de recuperación de la inversión en términos estratégicos. Estos valores representan el máximo beneficio que se alcanzaría si no existieran restricciones presupuestarias ni administrativas y se pudieran ejecutar todos los proyectos con las condiciones y estimaciones actuales.

En la siguiente sección se analizan distintas combinaciones de proyectos en virtud de diferentes parámetros, para analizar la sensibilidad del portafolio a los mismos y cómo optimizar la elección de los proyectos para generar el portafolio óptimo a los intereses de la organización, dado el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

5.3 Análisis de sensibilidad

Los análisis de sensibilidad consisten en la evaluación del impacto en la cartera de las variaciones en distintos parámetros para la selección de los proyectos a ejecutar. De esta manera se evalúa el riesgo de ciertas decisiones sobre la elección de la cartera propuesta. Los parámetros a evaluar fueron sugeridos por los funcionarios de la DGAC como los de mayor riesgo e impacto para los análisis. Dichos parámetros fueron: nivel de financiamiento, distribución espacial y temporal de los proyectos y tipología de aeropuertos. Es importante mencionar que se dejaron por fuera otras características secundarias, por ejemplo la clasificación de uso de la OACI, longitud de pista, etc.

5.3.1 Nivel de financiamiento

Para realizar los análisis de sensibilidad se consideraron varios escenarios, los cuales corresponden a distintas combinaciones de los parámetros que pueden caracterizar los proyectos del portafolio. Uno de los más importantes es el nivel de financiamiento, con el cual se estima la capacidad de inversión en proyectos de la organización. Por tratarse de una institución descentralizada, la DGAC no gestiona sus finanzas como parte del Presupuesto Nacional, sino que su presupuesto y gestión financiera la aprueba la Contraloría General de la República (CGR). Además en proyectos específicos, como la reubicación de los talleres de COOPESA en el AIJS, se ha recurrido a financiamiento bancario, el cual es aprobado por la junta directiva de la CETAC y es manejado como un proyecto de inversión.

De acuerdo al análisis de los presupuestos e informes de ejecución presupuestaria de los últimos años, aprobados por la CGR, se obtuvieron los valores de inversión mostrados en la Figura 5-4. Estos valores corresponden al total asignado a las partidas del “Programa

N° 3: Desarrollo de la Infraestructura y Sistemas”. El promedio para los últimos seis años, incluyendo el 2015, fue de 15,9 millones de dólares, por lo que se tomará este como dato base para el resto de cálculos y análisis.

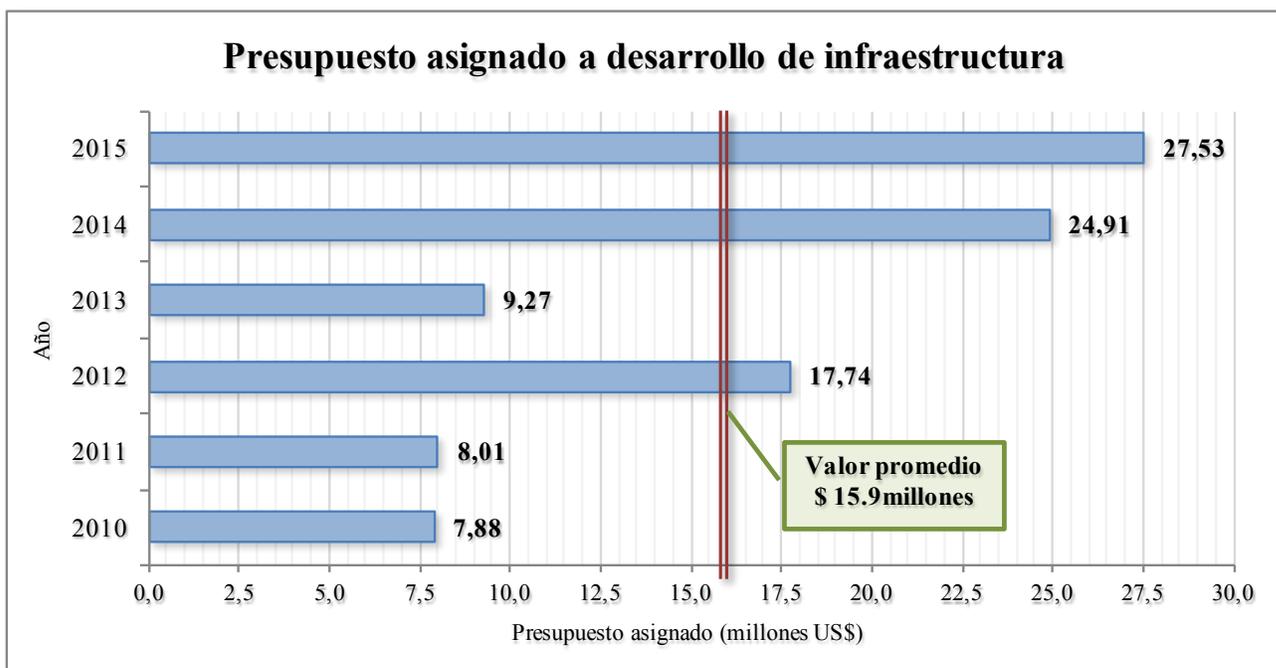


Figura 5-4. Presupuesto asignado al desarrollo de infraestructura y sistemas aeronáuticos.
Fuente: Elaboración propia.

Históricamente el presupuesto en inversión corresponde aproximadamente a un 20% del presupuesto total de la DGAC, sin embargo las variaciones observadas se explican por casos extraordinarios de financiamiento extra. Por ejemplo ciertos proyectos, como el traslado de los talleres de COOPESA R.L., son capaces de generar ingresos económicos por si mismos, y por lo tanto se justificó un esquema de financiamiento externo, como si fuera un proyecto de carácter privado.

Al contrario otros proyectos no generan entradas de dinero y un análisis básico determinaría que no son financieramente viables. Sin embargo por tratarse de proyectos de carácter público y con una función social, la rentabilidad debe medirse basada en los beneficios sociales, ambientales, etc. que se puedan generar. Aun así los análisis y comparaciones se realizan en términos económicos por razones prácticas de cálculo.

Con base en el presupuesto promedio calculado, y respetando el orden de ejecución dado por el beneficio ponderado, se estableció el escenario 2, mostrado en la Figura 5-5. Se observa que con una ejecución del 24% y una inversión de \$16.649.193 se logra un beneficio del 96%, sin embargo se dejan por fuera proyectos que requieren una inversión relativamente pequeña u otros que también pueden ser importantes de ejecutar.

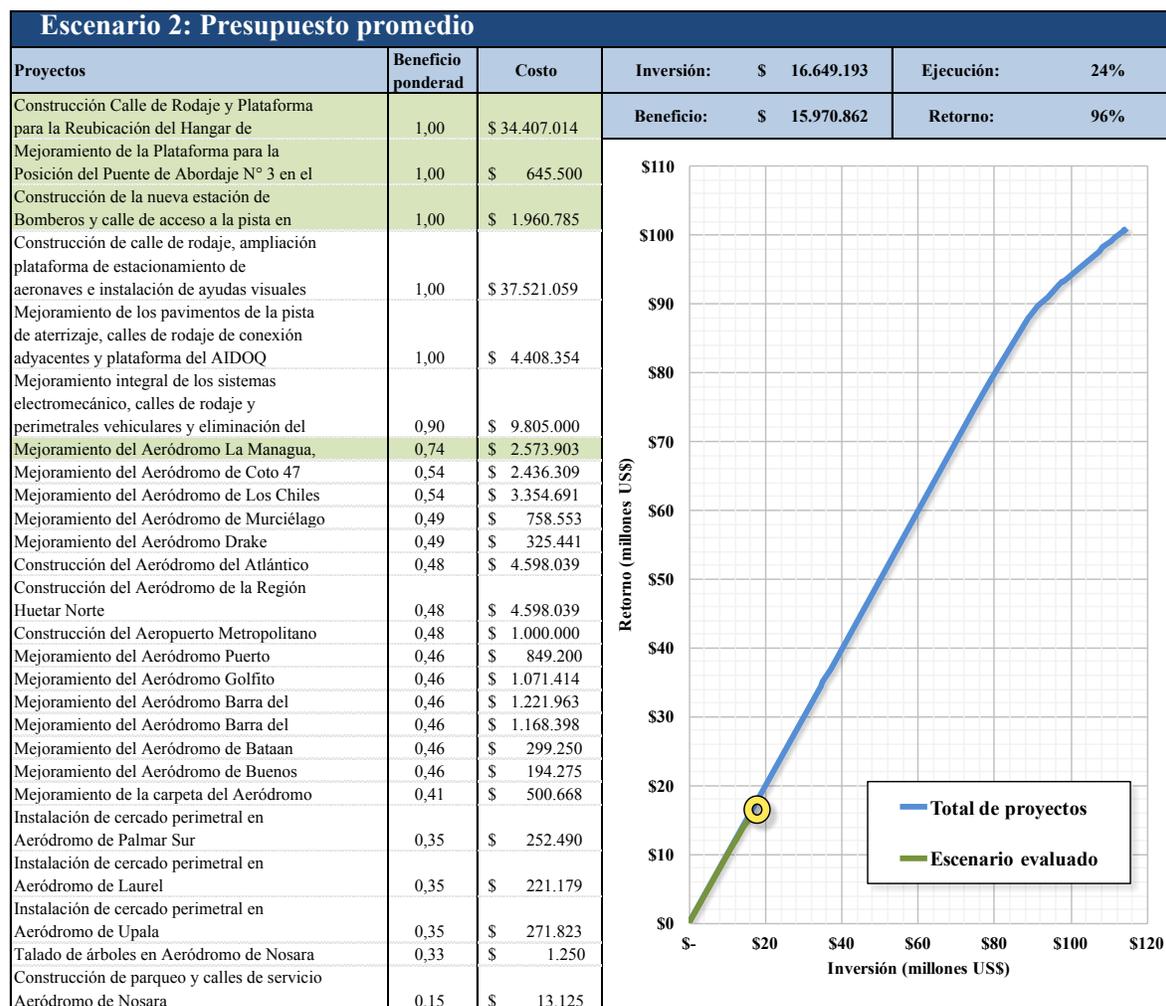


Figura 5-5. . Escenario de proyectos con el presupuesto promedio.
Fuente: Elaboración propia.

Si la inversión prevista se redujese un 50%, se obtiene el escenario 3 mostrado en la Figura 5-6, en la cual se observa que solo es posible finalizar la ejecución del traslado de COOPESA en el AIJS. Este proyecto tiene actualmente una ejecución presupuestaria del 70%, por lo que su finalización consumiría el presupuesto y solo representaría un 7% de la cartera total.

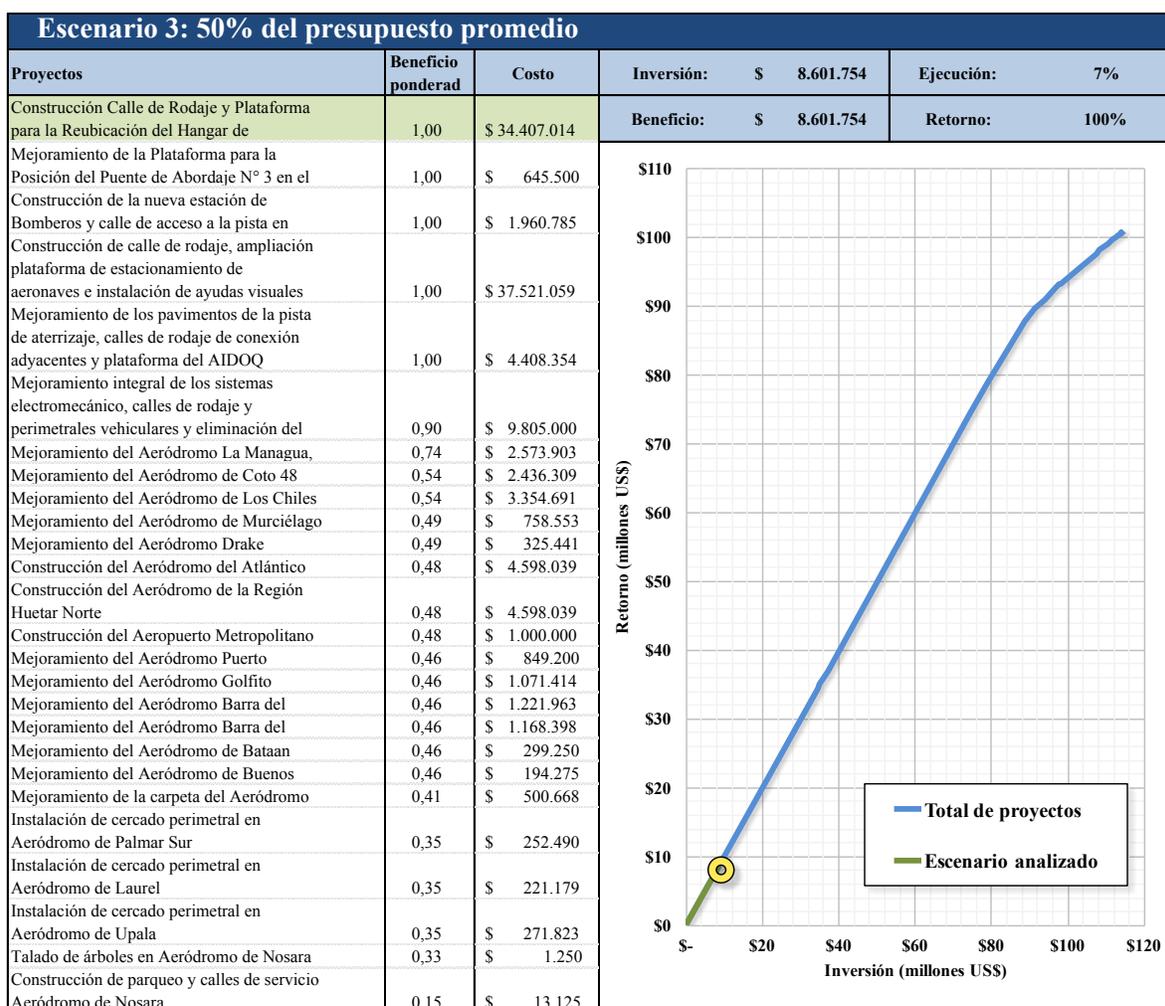


Figura 5-6. . Escenario de proyectos con el 50% del presupuesto promedio.
Fuente: Elaboración propia

Con este escenario no solo se desatienden los objetivos estratégicos de la organización, sino que se desaprovechan los recursos institucionales que actualmente laboran en el departamento en varios proyectos.

Si por el contrario se lograra duplicar la inversión a realizar, como se observa en el escenario 4 de la Figura 5-7, se abarcaría el 37% del posible beneficio de la cartera y se obtendría una recuperación del 98% de recuperación de la inversión. Sin embargo esta opción tampoco se considera viable por la actual capacidad de gestión del departamento. Aún teniendo el respaldo presupuestario la organización no tiene la flexibilidad de aumentar rápidamente su capacidad de gestión, debido a que está sujeta a las leyes de

contratación pública. Esta opción representa un 29% del total necesario para ejecutar todos los proyectos candidatos.

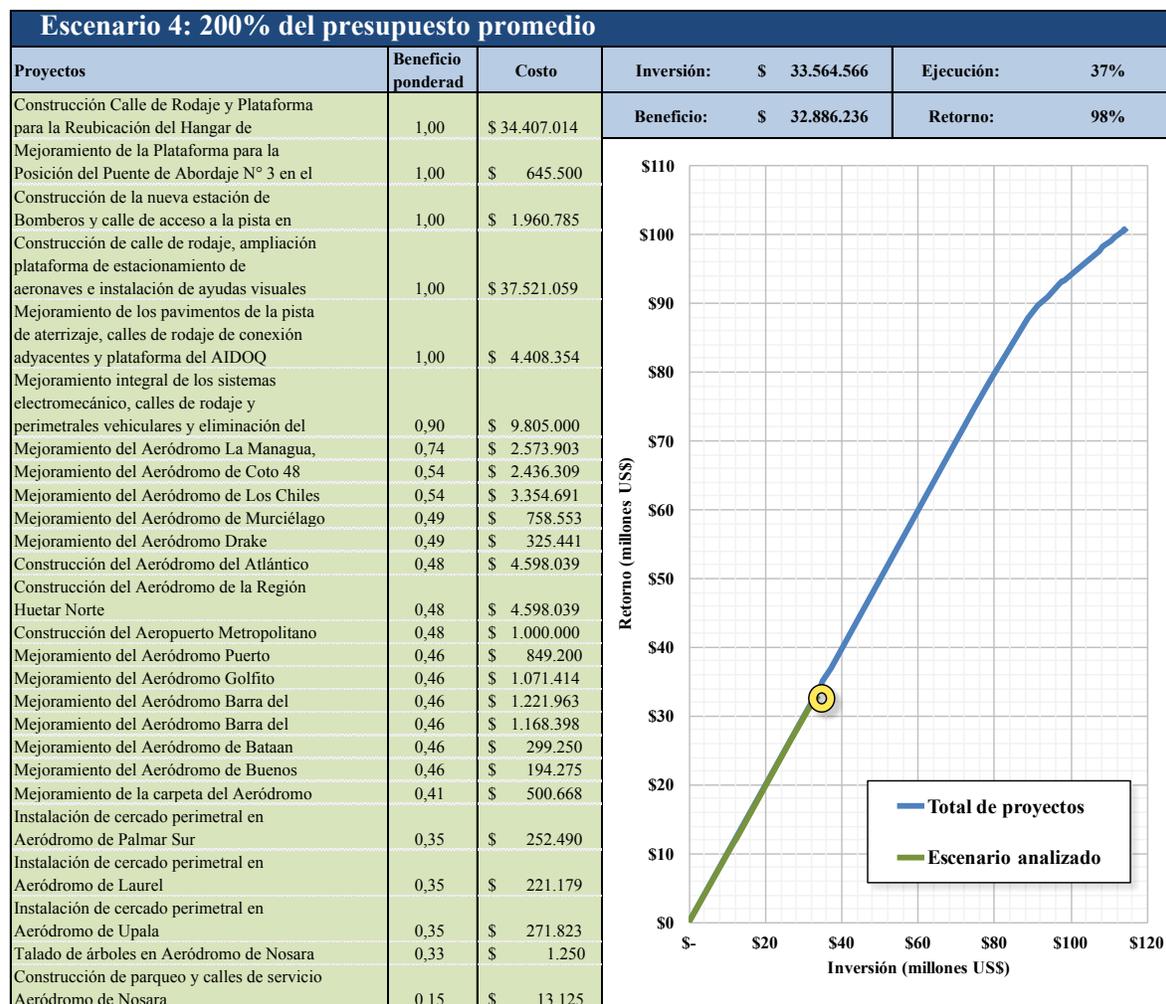


Figura 5-7. Escenario de proyectos con el 200% del presupuesto.

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Distribución espacial

En las fuentes consultadas se observan distintas clasificaciones y distribuciones para los proyectos aeronáuticos del país. En ellas se hace una clara distinción entre los proyectos de los aeropuertos internacionales en el centro del país, y los aeródromos periféricos de menores dimensiones e importancia. Por ello se plantearon dos grupos de

proyectos, como se muestran en la Figura 5-7, correspondientes a los proyectos en el centro del país y a los proyectos periféricos.

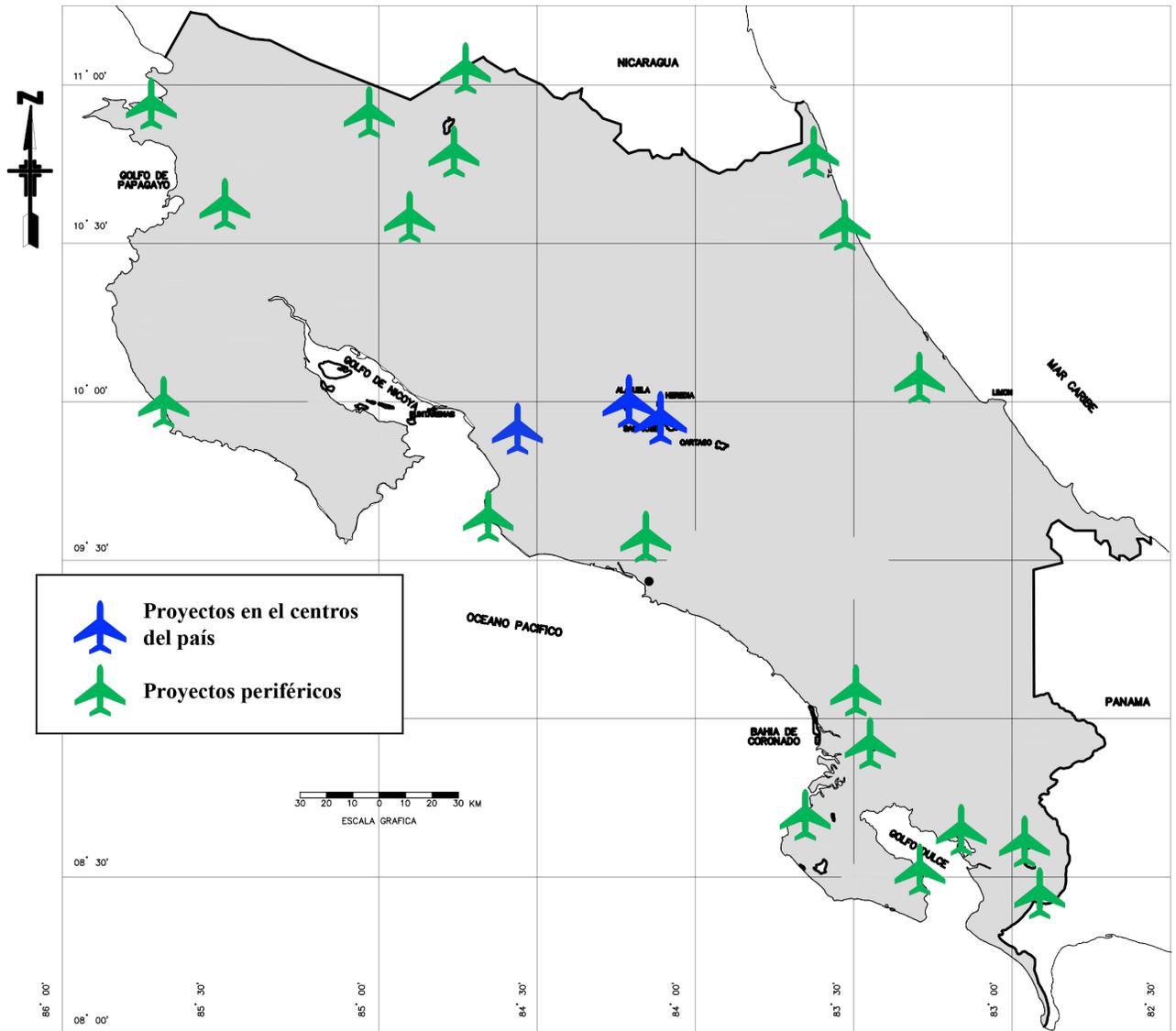


Figura 5-8. Ubicación de los aeropuertos en el centro del país.
Fuente: Elaboración propia

Con base en esta clasificación se obtuvieron los escenarios mostrados en las Figuras 5-9 y 5-10, para ambos grupos de proyectos. Se observa como los proyectos del centro del país representan un 15% de la ejecución del beneficio ponderado y un 18% de la inversión, sin embargo se ejecutarían en aeropuertos que son los más importantes por manejar tráfico

internacional, aeronaves de mayores dimensiones y requerimientos y también por generar la mayor parte de los ingresos por servicios aéreos del país. Sin embargo esta opción concentraría la inversión y desatendería zonas alejadas menos desarrolladas.

Al observar el segundo caso es interesante notar que la periferia concentra la mayoría de proyectos con bajo aporte ponderado a los objetivos estratégicos, pues la mayoría tienen baja demanda e importancia a nivel del país. Sin embargo a nivel local pueden ser muy importantes para el desarrollo de ciertas comunidades. Es importante destacar que con la actual capacidad de gestión de proyectos de la DGAC, tampoco sería posible desarrollar todos los proyectos periféricos en un corto tiempo, aún considerando las menores inversiones necesarias en casos particulares.

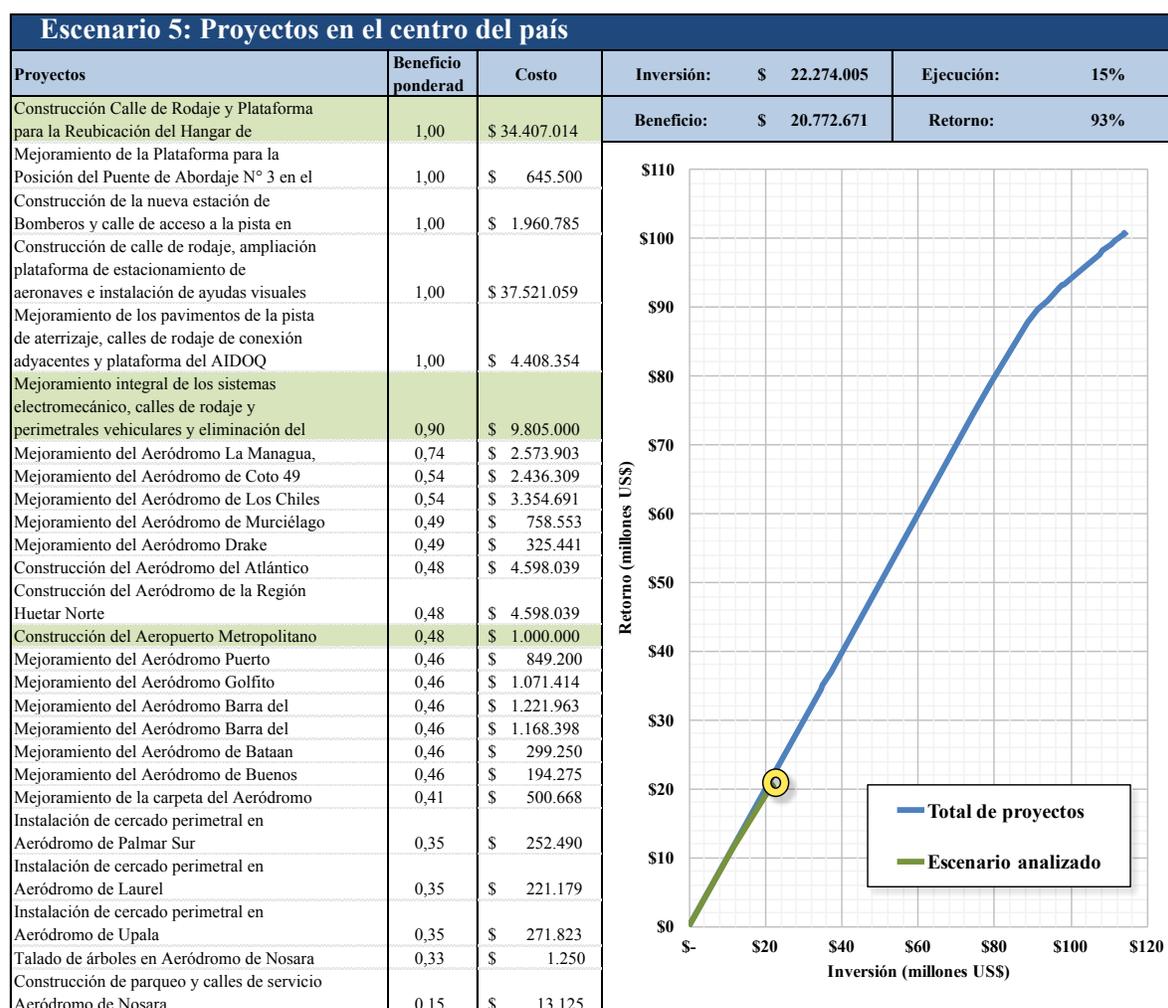


Figura 5-9. Escenario de proyectos en el centro del país.

Fuente: Elaboración propia.

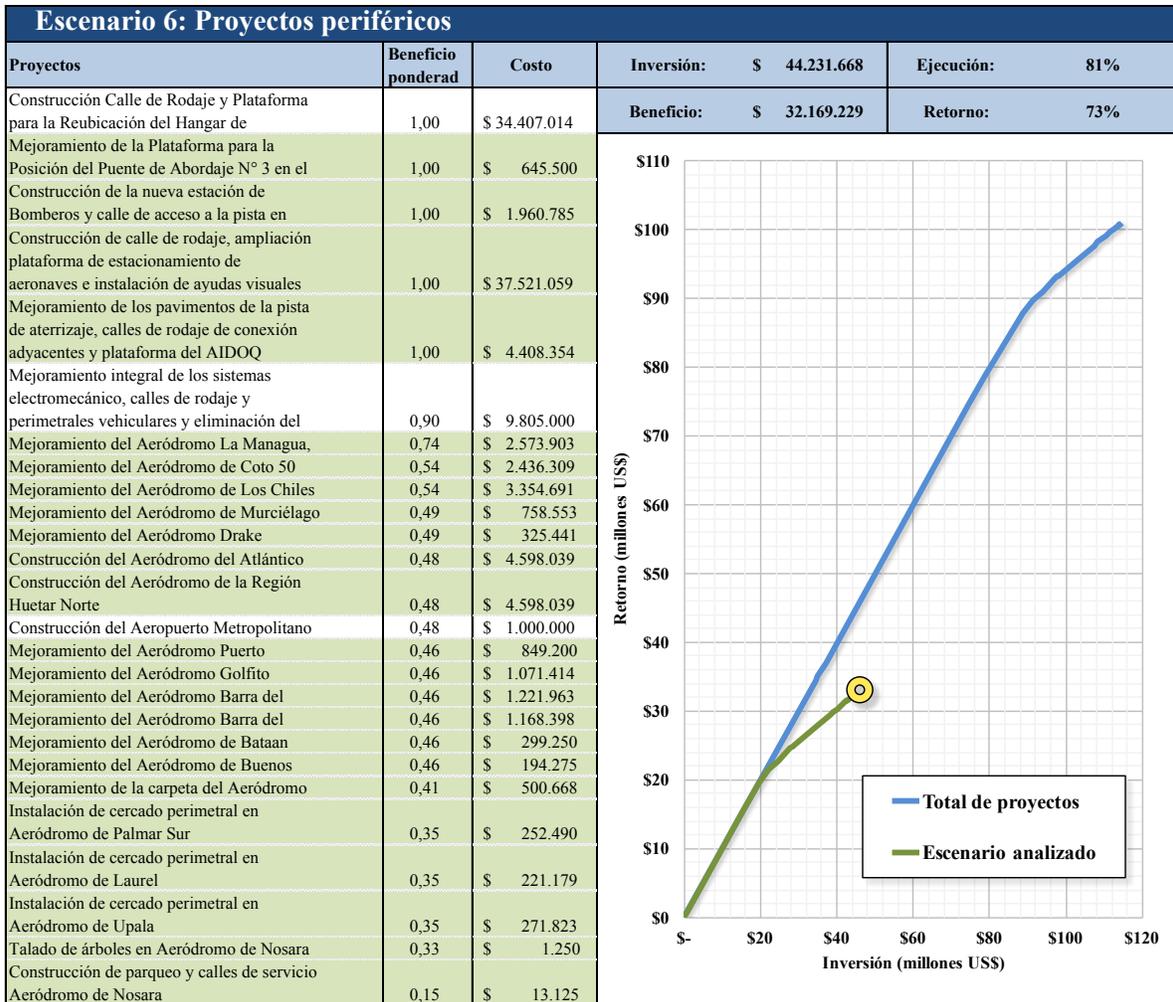


Figura 5-10. . Escenario de proyectos en la periferia del país.
Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Distribución temporal

La programación mostrada en el Plan de Programas de Inversión (DGAC, 2015) contempla horizontes de planeamiento de 5 años. Sin embargo el total de proyectos candidatos se pueden distribuir en distintos horizontes de planificación, para evaluar la conveniencia de reducir o ampliar el plazo de ejecución de la cartera actual.

Para este tipo de escenario, los proyectos a ejecutar en cada año se resaltan con colores diferentes en las figuras, por ejemplo en la Figura 5-11 se muestra la cartera para 2 años, en la cual se distribuyen los proyectos en dos grupos, según la prioridad dada por el beneficio ponderado. La cantidad de proyectos a ejecutar por año se ajusta a la mitad del monto de inversión de la cartera completa.

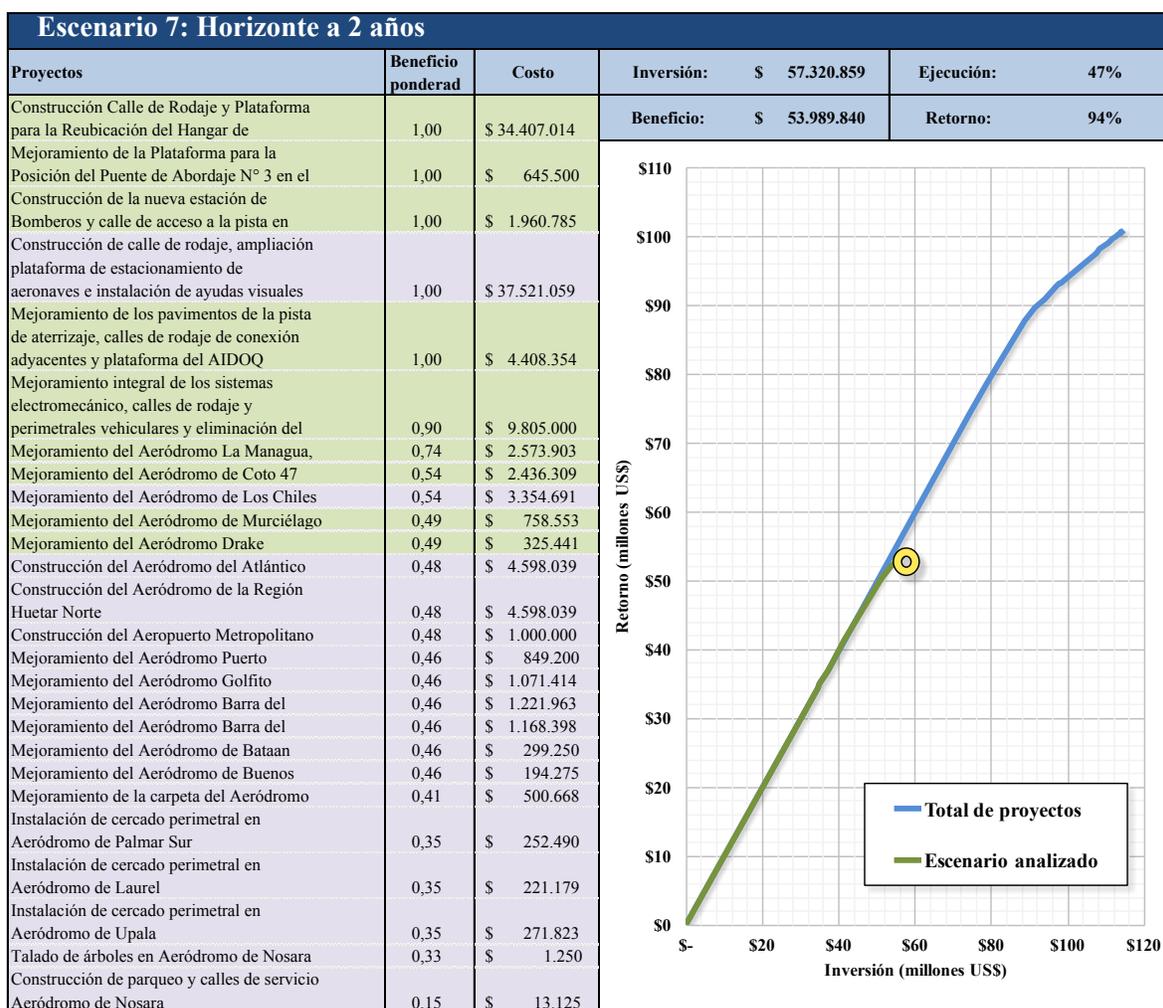


Figura 5-11. . Escenario de proyectos con horizonte a 2 años.

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar un horizonte tan corto hay que considerar que algunos proyectos tienen plazos de ejecución mayores a este plazo, y además que la gestión pública exige procedimientos de planificación y presupuestarios que pueden ser más extensos. Aún así este escenario tampoco se considera apropiado porque superaría la actual capacidad de ejecución de la organización y requeriría montos de inversión superiores a los disponibles actualmente.

Al considerar horizontes de 5 y 10 años se obtienen respectivamente los escenarios presentados en las Figuras 5-12 y 5-13. Los distintos grupos de ejecución por años se indican mediante colores en las tablas. Es importante mencionar que para los dos proyectos de mayor inversión se suponen horizontes de ejecución individual de tres años, para los restantes proyectos se supone un año, de manera que se pueda ajustar la inversión anual aproximadamente a un quinto del monto de la cartera total.

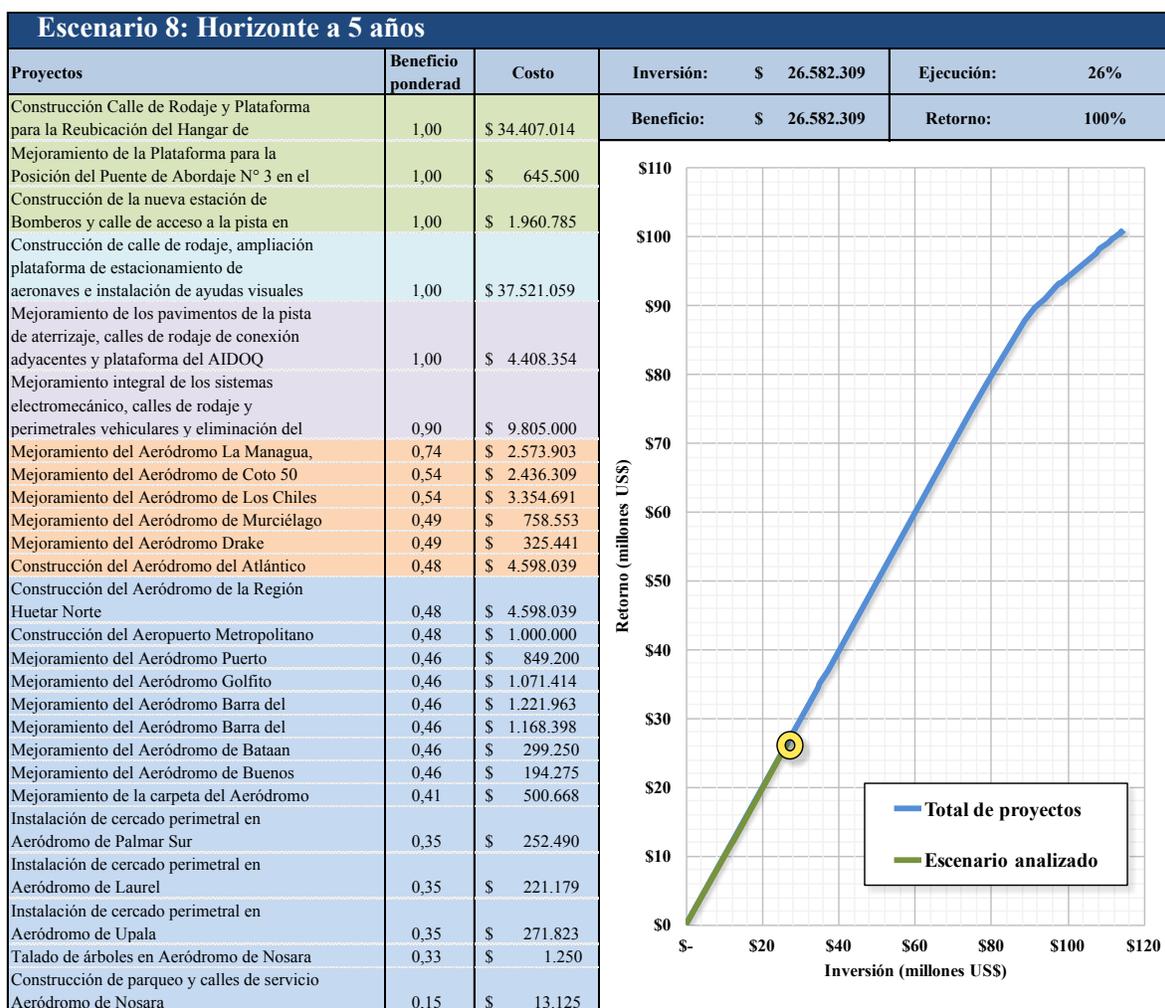


Figura 5-12. . Escenario de proyectos con horizonte a 5 años.

Fuente: Elaboración propia.

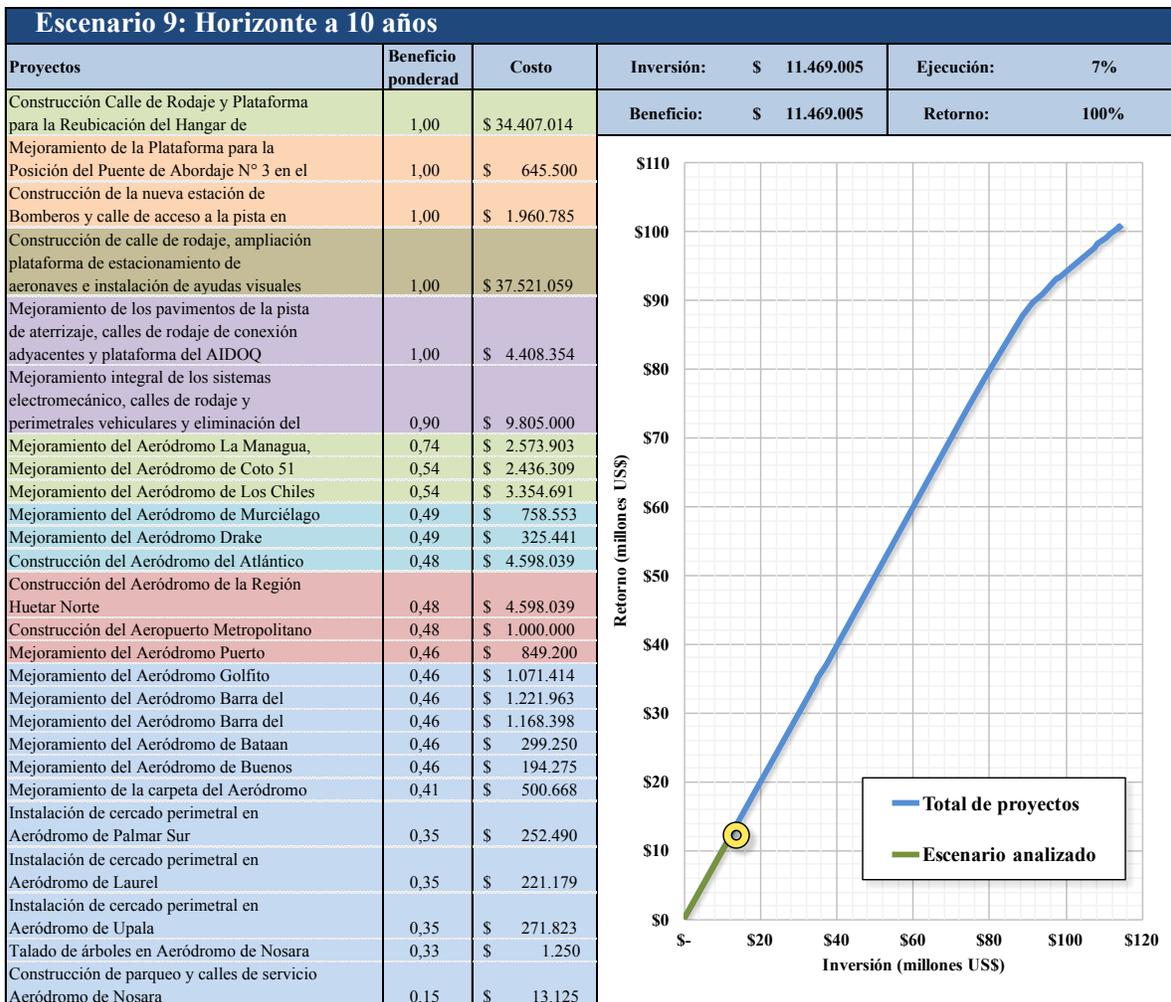


Figura 5-13. Escenario de proyectos con horizonte de 10 años.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que con la distribución de 5 años se obtiene un nivel de inversión semejante a los valores que actualmente se manejan en la institución, pero si se priorizan los proyectos según el beneficio ponderado, en los primeros tres años se ejecutarían muy pocos proyectos, aunque sean los de mayor importancia.

Si más bien se plantea un horizonte para ejecutar todos los proyectos en un plazo de 10 años, se corre el riesgo de caer en sub-ejecución, desaprovechar los recursos institucionales y no cumplir las metas estratégicas. Además ocurre el mismo fenómeno de ejecutar muy pocos proyectos los primeros años, y una gran cantidad de pequeños proyectos los últimos años.

Hay que recordar que la gestión de la cartera es un proceso dinámico que debe responder a la evolución de la misma cartera y a los cambios del entorno, por lo que pueden surgir nuevos proyectos o desecharse algunos en planificación.

5.3.4 Tipología de aeropuertos

Los proyectos de la cartera pueden dividirse por tipología en dos grupos: los de aeropuertos internacionales y los de aeródromos locales, cada grupo con características particulares de gestión, importancia, tamaño, etc. Al realizar esta clasificación dual y calcular los parámetros para los escenarios por cada tipología, se obtienen los resultados mostrados en las Figuras 5-14 y 5-15.

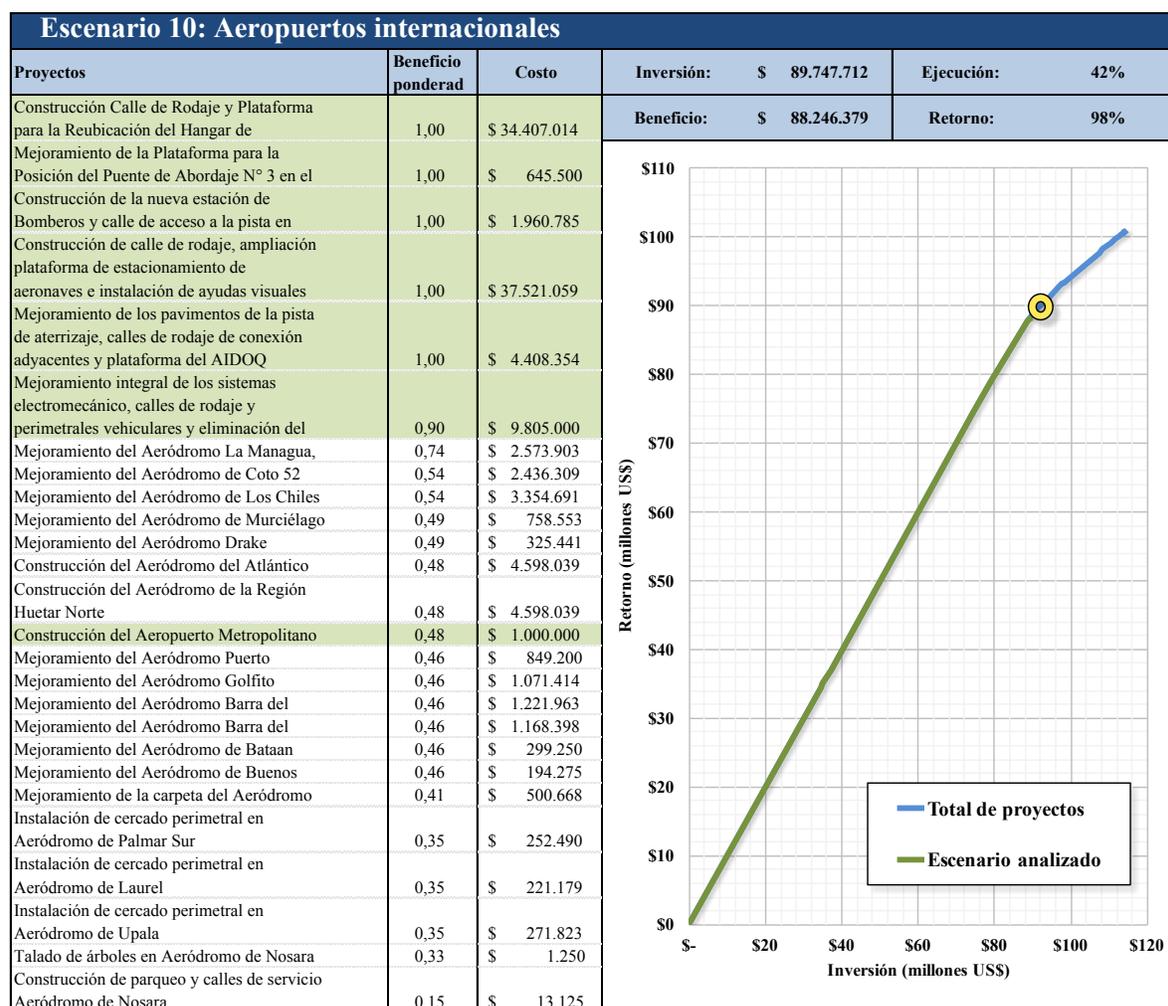


Figura 5-14. Escenario de proyectos en aeropuertos internacionales.

Fuente: Elaboración propia.

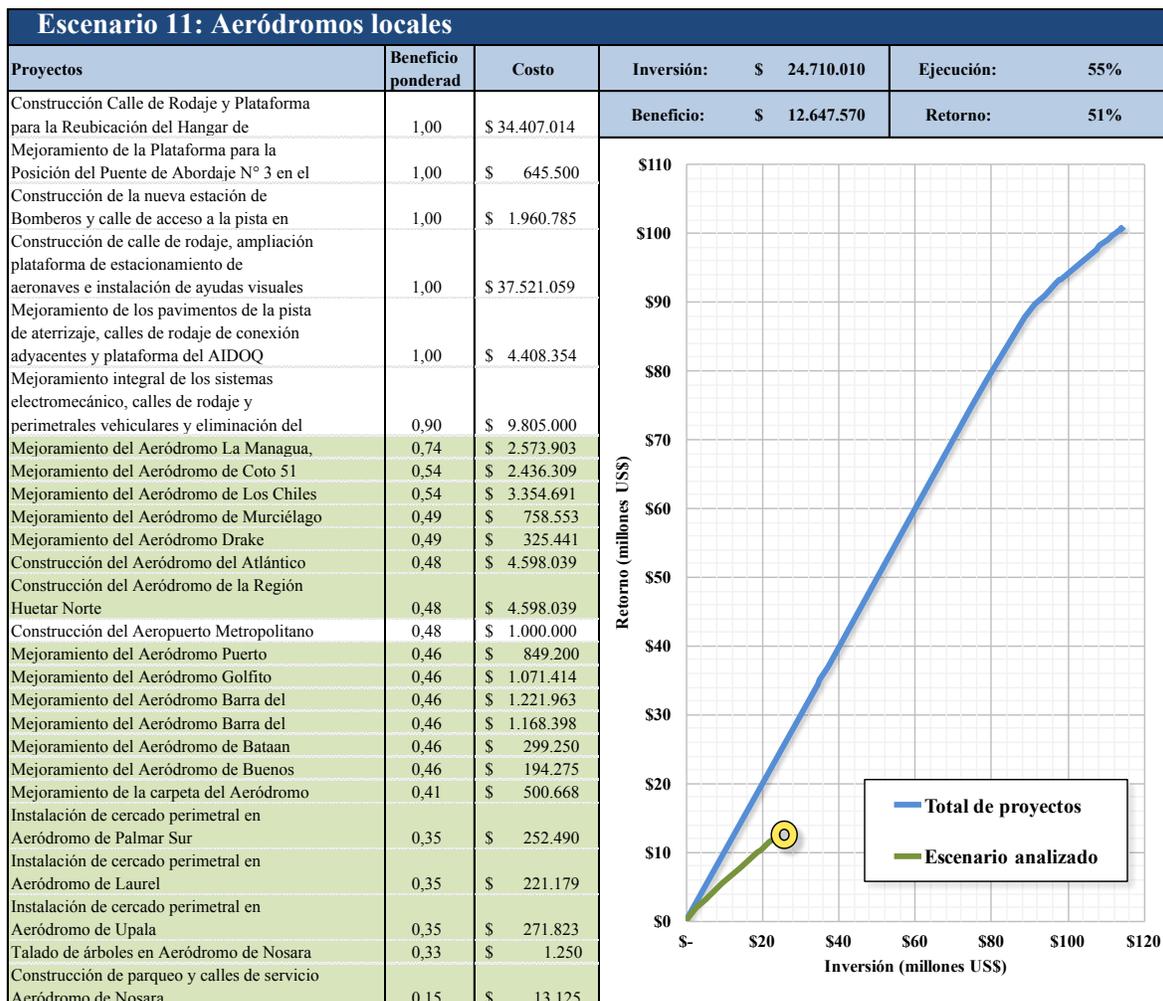


Figura 5-15. Escenario de proyectos en aeródromos locales.
Fuente: Elaboración propia.

En este par de análisis se observa que los aeropuertos internacionales concentran el 78% de la inversión necesaria para la cartera, pero solamente el 22% del beneficio ponderado de ejecución. Mientras que los aeródromos locales requieren el 22% del presupuesto para ejecutar el 55% de la cartera total. Esto también se refleja en los valores de retorno de la inversión, pues los aeropuertos internacionales, considerados de mayor importancia estratégica aportan un 98% de retorno, mientras que los aeródromos secundarios solamente el 51%.

5.4 Portafolio actual y propuesta de portafolio óptimo de proyectos

Los proyectos que actualmente se encuentran en ejecución corresponden a la cartera o portafolio activo para el año 2015, aunque usualmente no se refiere a este conjunto de proyectos con dicho nombre. Estos proyectos se identificaron con base en el *Plan Operativo Institucional* para el año actual (DGAC, 2015). En la Figura 5-16 se muestra el análisis de dicha cartera.

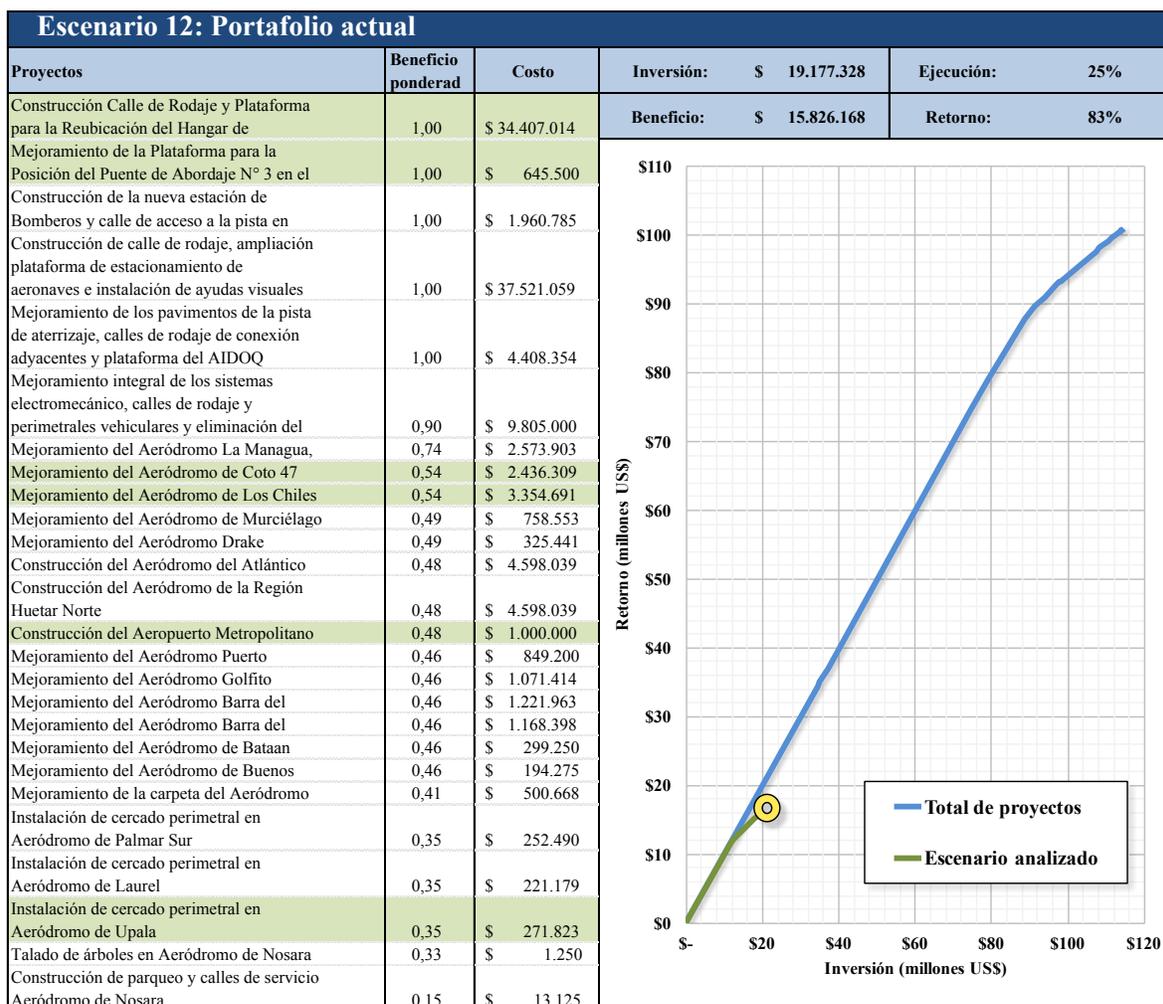


Figura 5-16. Cartera en ejecución para el año 2015.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el nivel de inversión sobrepasa un poco la inversión promedio calculada en la sección 5.3.1, sin embargo se podría considerar dentro del promedio. Es

importante aclarar que por la duración de los proyectos, algunos de los costos estimados pueden corresponder a la inversión en varios años.

También se observa que para una ejecución del 25% se obtiene un retorno de la inversión del 83%. Este valor no es mayor que los obtenidos en otras combinaciones, pero cumple con los criterios de incluir proyectos de distintos impactos, ubicados tanto en el centro como en la periferia del país, y tanto de alta como de baja inversión.

Debido a que los 26 proyectos generan una cantidad inmanejable de combinaciones, se evaluaron varias selecciones de proyectos atendiendo las consideraciones identificadas en los análisis de escenarios, es decir la selección debe satisfacer aspectos como:

- No pueden ser exclusivamente los de mayor beneficio económico, pues implicarían la ejecución de muy pocos proyectos y una inversión mayor a la permitida.
- Los montos de inversión tienen que aproximarse a los montos ejecutados en años recientes. No se puede aumentar la inversión a corto plazo por los procedimientos de planificación presupuestaria en obra pública, y por las condiciones de restricciones al gasto público dado el déficit público actual.
- Tienen que combinar proyectos distribuidos tanto en el centro como en la periferia del país, para distribuir la inversión a lo largo del país.
- La cantidad de proyectos seleccionados tiene que ser acorde a la actual capacidad de gestión del departamento, pues tampoco es viable aumentar su capacidad de gestión en el corto plazo.
- Tienen que planificarse los proyectos para su ejecución en un horizonte cercano a cinco años, para considerar los posibles cambios y nuevos proyectos que puedan surgir.
- Debe atenderse tanto aeropuertos internacionales como aeródromos locales, pues todos forman parte de la matriz de transporte aéreo del país.

Al considerar una serie iterativa de grupos de proyectos, se eligió el portafolio mostrado en la Figura 5-17. Esta cartera satisface las condiciones descritas anteriormente y logra un porcentaje de ejecución del 36% aunque supera ligeramente el promedio presupuestario

establecido, correspondiente al 17% de la inversión necesaria para ejecutar todos los proyectos. Su tasa de retorno de la inversión es del 85%, la cual es menor que otras combinaciones, porque incluye proyectos con menor beneficio ponderado. Sin embargo el hecho de ejecutar nueve proyectos la hace atractiva, pues al ir completando proyectos menores que requieren menor inversión se pueden asignar recursos a proyectos mayores que de cualquier manera no podrían terminarse en un solo periodo.

Una consideración importante de este portafolio es que requiere una mayor capacidad de ejecución por parte del departamento de infraestructura, sin embargo con una adecuada gestión y planificación de los proyectos no debe ser un problema, dado el tamaño actual de los equipos de proyectos.

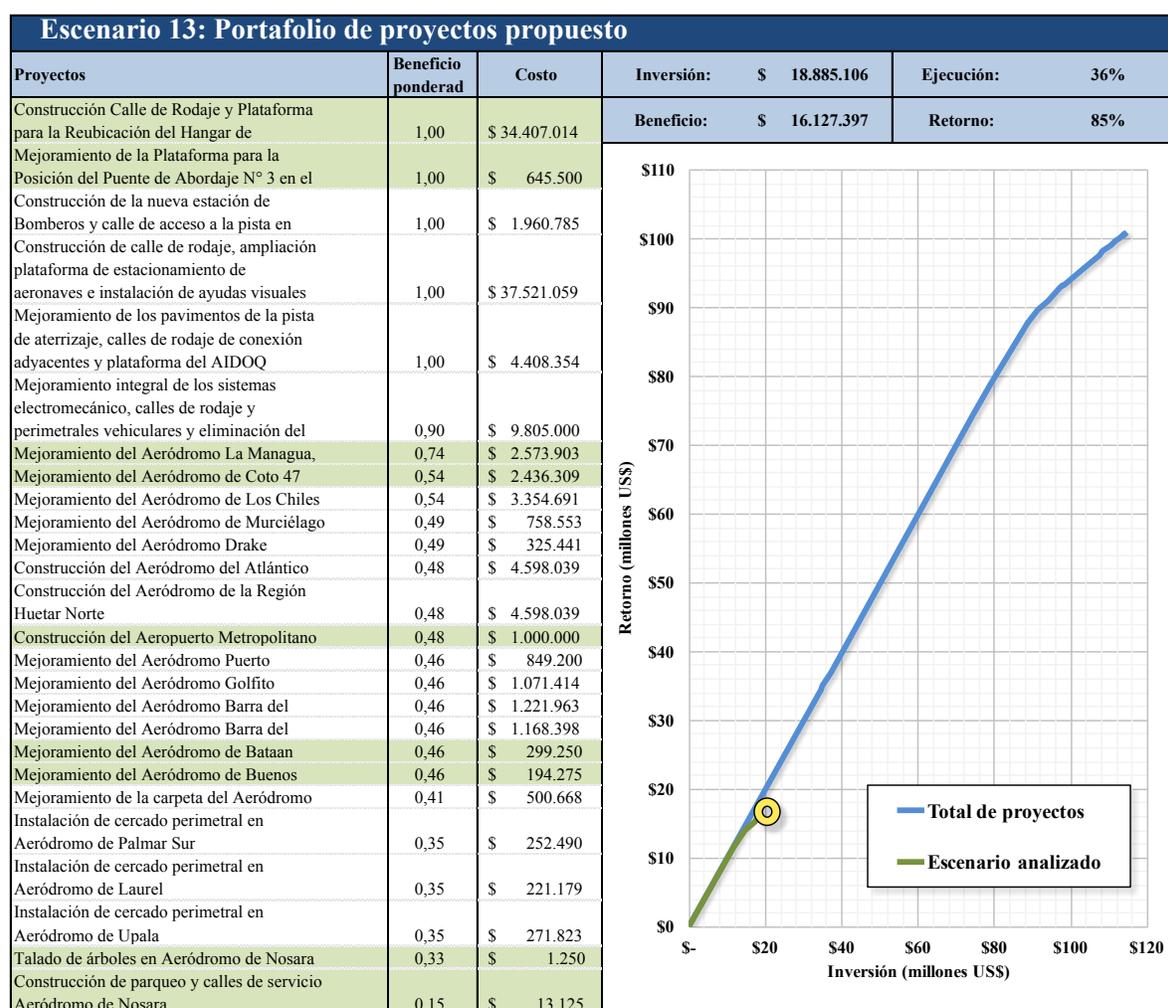


Figura 5-17. Propuesta de portafolio óptimo propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones.

- La metodología de gestión de portafolios utilizada permitió generar los entregables correspondientes a las tres primeras fases del análisis de cartera utilizado, pues los objetivos estratégicos fueron debidamente identificados y priorizados, se obtuvo la lista de proyectos candidatos con la información necesaria y finalmente se identificó una propuesta de portafolio óptimo, después de analizar distintos escenarios de combinaciones de proyectos.
- Los análisis de los escenarios mostraron que concentrar la ejecución en un solo tipo de proyectos, produce una inadecuada distribución espacial o temporal de los recursos, lo que generan ineficiencias en la ejecución, excesos o déficit en las cargas de trabajo, desatención de ciertas zonas o tipologías de aeropuertos, etc.
- Las entrevistas mostraron que el *Departamento de Infraestructura Aeronáutica* no cuenta con un sistema de gestión profesional de proyectos ni de portafolios, a pesar de que cuentan con personal con conocimientos del tema y además existe interés en su eventual implementación. Sin embargo la adecuada correspondencia entre los proyectos y la estrategia indica un adecuado dominio del marco estratégico por parte de los funcionarios del departamento, a pesar de no utilizar explícitamente herramientas de gestión de portafolios.
- Se identificaron una gran cantidad de proyectos y anteproyectos pendiente por planificar y ejecutar. Aunque la organización cuenta con equipos gerenciales y de proyectos con conocimiento adecuado de la gestión pública y de proyectos aeroportuarios, no tienen capacidad para atenderlos a todos a la vez ni se puede aumentar a corto plazo la capacidad de gestión, debido a restricciones propias de la administración pública.
- Se logró proponer una cartera óptima, conformada por una combinación de proyectos de mayor y menor importancia, que cumplen los criterios de selección establecidos en el análisis de los escenarios y que logra mejorar el porcentaje de aprovechamiento con respecto a la selección actual.

6.2 Recomendaciones.

- Implementar los resultados obtenidos sobre el análisis de portafolio, específicamente la propuesta de portafolio, adaptándola a los procedimientos de planificación de la gestión pública. Esta investigación pretende que sea utilizada como una herramienta técnica para la elección de los proyectos que debe proponer la DGAC y aprobar la Junta Directiva de la CETAC.
- La presente investigación expone un modelo práctico de gestión de cartera, si se replica el procedimiento a intervalos regulares se pueden identificar patrones que permitan tomar mejores decisiones de planificación. Podría incluso ampliarse el análisis a los proyectos de toda la institución.
- Modificar las bases de datos de proyectos que se manejan en el departamento para que se adapten a las metodologías de gestión de portafolios e inclusive permitan obtener parámetros de seguimiento de los proyectos y del portafolio global.
- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo y evaluación de la cartera analizada, aprovechando la información generada en la presente investigación. Este sistema podría desarrollarse como parte de otro proyecto final de graduación.
- Promover otras investigaciones en administración de proyectos y de portafolios en la DGAC, como una manera de promover los conceptos de gestión profesional de proyectos, tanto en el departamento como en el resto de la organización.

Referencias Bibliográficas

- Aeropuerto de Denver, Colorado. Recuperado de
<http://www.denvercommercialwindowtinting.com/wp-content/uploads/2015/03/airport-window-film-denver.jpg>
- Aeropuertos.NET. Aeropuerto Central de Ciudad Real. Recuperado de
<http://www.aeropuertos.net/aeropuerto-central-de-ciudad-real/>
- BAA Airports Ltd. (n.d.). Changing the Face at the Busiest Airport in the World through Project Management. (PMI, Ed.) Pensilvania, EEUU.
- Bible Michael J. y Bivins, Susan S. Mastering Project Portfolio Management: A System Approach to Achieving Strategic Objectives. J. Ross Publishing. 2011
- Danny Canales. Calienta motores plan de nuevo aeropuerto. La República. Recuperado de
https://www.larepublica.net/app/cms/www/index.php?pk_articulo=5325358
- Dirección General de Aviación Civil. (2014). Marco Estratégico del Sector Aéreo. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Aviación Civil. (n.d.). Antecedentes Históricos de la Dirección General de Aviación Civil. Recuperado el 15 de noviembre del 2014 de: Dirección general de Aviación Civil:
http://www.dgac.go.cr/acercadgac/aviacion_cr/historia.html
- Horonjeff, R., McKelvey, F., Sproule, W., & Young, S. (2010). Planning and Design of Airports. New York: McGraw Hill.
- INECO. (2010). Report R1. Comprehensive Plan for Modernization of Network of Airports in Costa Rica. Dirección General de Aviación Civil. San José: INECO.
- Jerry Bucknoff, M. P. (n.d.). The P3MO (Part 2). From Project Management Best Practices:
<http://blogs.pmbestpractices.com/2009/11/the-p3mo-part-2/#more-352>

Levine, Harvey. Project Portfolio Management. A Practical Guide to Selecting Projects, Managing Portfolios, and Maximizing Benefits. Jossey-Bass. 2005

PMI. (n.d.). Denver International Runway Project. Pensilvania, EEUU.

Project Management Institute. (2006). The Standard for Portfolio Management (1° edición ed.). Pensilvania, EEUU: PMI.

Project Management Institute. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (5° edición ed.). Pensilvania, EEUU: PMI.

Rodríguez-Laiz, A. (n.d.). Infographie: L'aire de mouvement. Recuperado de <http://www.aertecsolutions.com/2014/11/05/infographie-laire-de-mouvement/?lang=fr>

Anexo 1: Cuestionario de la fase estratégica

1) ¿Considera usted que los siguientes objetivos estratégicos representan adecuadamente las funciones del departamento de Infraestructura Aeronáutica de la DGAC?

- Mejoramiento de la infraestructura de aeropuertos internacionales.
- Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado aéreo).
- Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado terrestre).
- Desarrollo de nuevos aeródromos.

2) Para cada combinación por pares de objetivos estratégicos, marque en la escala lineal su percepción sobre la importancia relativa entre cada par de objetivos.

Mejoramiento de la infraestructura de aeropuertos internacionales.		Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado aéreo).
Mejoramiento de la infraestructura de aeropuertos internacionales.		Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado terrestre).
Mejoramiento de la infraestructura de aeropuertos internacionales.		Desarrollo de nuevos aeródromos .
Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado aéreo).		Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado terrestre).
Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado aéreo).		Desarrollo de nuevos aeródromos .
Mejoramiento de la infraestructura de aeródromos locales (lado terrestre).		Desarrollo de nuevos aeródromos .

Anexo 2: Cuestionario de la fase de filtrado

- 1) ¿Considera usted que existen proyectos cuya ejecución sea de carácter obligatorio? ¿Cuáles?
- 2) ¿Existen proyectos cuya ejecución ya se descartó o que no se consideraron viables? ¿Cuáles?
- 3) Complete la siguiente tabla con su percepción del nivel de cumplimiento de cada proyecto con cada objetivo estratégico. Utilice una escala de 0 a 1.

		Objetivo			
		1	2	3	4
Proyectos	Construcción Calle de Rodaje y Plataforma para la Reubicación del Hangar de COOPESA en el				
	Mejoramiento del Aeródromo de Coto 47				
	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles				
	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ				
	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos				
	Construcción del Aeródromo del Atlántico Sur				
	Construcción del Aeródromo de la Región Huatar Norte				
	Construcción del Aeropuerto Metropolitano				
	Mejoramiento integral de los sistemas electromecánico, calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del obstáculo AITB				
	Mejoramiento del Aeródromo La Managua,				
	Construcción de la nueva estación de Bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ				
	Construcción de calle de rodaje, ampliación plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales AIDOQ				
	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ				
	Mejoramiento del Aeródromo Drake				
	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur				
	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel				
	Mejoramiento de la carpeta del Aeródromo de				
	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Upala				
	Mejoramiento del Aeródromo Puerto Jiménez				
	Mejoramiento del Aeródromo Golfito				
Talado de árboles en Aeródromo de Nosara					
Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara					
Mejoramiento del Aeródromo Barra del					
Mejoramiento del Aeródromo Barra del Colorado					
Mejoramiento del Aeródromo de Bataan					
Mejoramiento del Aeródromo de Buenos Aires					

Apéndice 1: Detalle de proyectos candidatos

Nombre del proyecto:	Mejoramiento del Aeródromo de Los Chiles
Descripción:	Recarpeteo y ampliación de infraestructura aeronáutica de pista a 18 m de ancho. Conformación de franjas de seguridad. Construcción de un cercado perimetral. Canalización y evacuación de las aguas pluviales de infraestructura aeronáutica
Código MIDEPLAN	9,6,001187
Duración:	3.81 meses
Inicio:	12/3/15
Fin:	9/7/15
Costo estimado:	\$ 3.354.691,40
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Emergencia/Infraestructura Aeronáutica
Categoría:	OACI IA

Nombre del proyecto:	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Palmar Sur
Descripción:	Construcción de cercado perimetral en los linderos del aeródromo
Código MIDEPLAN	9,6,001624
Duración:	11 meses
Inicio:	9/1/15
Fin:	10/12/15
Costo estimado:	\$ 252.489,54
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial/Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI IB

Nombre del proyecto:	Mejoramiento del Aeródromo de Murciélagos
Descripción:	Rehabilitación de la pista, 19 x 900 m
Código MIDEPLAN	9,6,001183
Duración:	14.5 meses
Inicio:	29/4/13
Fin:	15/7/15
Costo estimado:	\$758.552,90
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Emergencia/Infraestructura Aeronáutica
Categoría:	OACI IA

Nombre del proyecto:	Instalación de cercado perimetral en Aeródromo de Laurel
Descripción:	
Código MIDEPLAN	9,6,001724
Duración:	11 meses
Inicio:	9/1/15
Fin:	25/2/16
Costo estimado:	\$ 221.178,65
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Emergencia/Infraestructura Aeronáutica
Categoría:	OACI IA

Nombre del proyecto:	Mejoramiento de Aeródromo de Coto 47
Descripción:	Recarpeteo y ampliación de infraestructura aeronáutica de pista de 9 metros a 18 metros de ancho Construcción de un cercado Conformación de Franjas de seguridad
Código MIDEPLAN	9,6,001182
Duración:	14.5 meses
Inicio:	18/2/15
Fin:	26/5/16
Costo estimado:	\$2.436.308,72
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial/Infraestructura Aeronáutica de pasajeros
Categoría:	OACI IB

Nombre del proyecto:	Mejoramiento de la carpeta del aeródromo de Laurel
Descripción:	
Código MIDEPLAN	
Duración:	22.67 meses
Inicio:	8/6/15
Fin:	11/5/17
Costo estimado:	\$ 500.668,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Emergencia/Infraestructura Aeronáutica/Seguridad y trabajos de fumigación
Categoría:	OACI IA

Nombre del proyecto:	Construcción de la calle de rodaje y Plataforma para la reubicación de COOPESA en el Aeropuerto Internacional Juan
Descripción:	Construcción de las nuevas instalaciones de COOPESA para su traslado al sector Oeste del AHS
Código MIDEPLAN	9,6,001191
Duración:	3.4 años
Inicio:	7/12/12
Fin:	18/2/16
Costo estimado:	\$ 34.407.014,39
Responsable:	Infraestructura Aeronaut/Infraestructura
Tipología de aeropuerto:	No aplica
Categoría:	No aplica

Nombre del proyecto:	Instalación de cercado perimetral aeródromo Upala
Descripción:	
Código MIDEPLAN	9,6,00171
Duración:	11 meses
Inicio:	9/1/15
Fin:	10/12/15
Costo estimado:	\$ 271.823,01
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comerc/Infraestructura Aeronautical de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Aeródromo del Atlántico Sur
Descripción:	Construcción del aeródromo del Atlántico Sur Pista 18x1000 m Plataforma y edificio terminal
Código MIDEPLAN	9,6,001623
Duración:	4.7 meses
Inicio:	19/6/13
Fin:	4/1/18
Costo estimado:	\$ 4.598.039,22
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico comerc/Infraestructura Aeronautical de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B, con capacidad de ampl/Infraestructura Aeronáutica a OACI 2C

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo Puerto Jiménez
Descripción:	Exprop/Infraestructura Aeronáutica para la ampl/Infraestructura Aeronáutica de la seguridad y construcción de plataforma
Código MIDEPLAN	
Duración:	3.8 años
Inicio:	2/3/15
Fin:	24/12/18
Costo estimado:	\$ 849.200,00
Responsable:	Mantenimiento e Infraestructura
Tipología de aeropuerto:	Aeropuertuar/Infraestructura Aeronáutica
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Aeródromo de la Región Huetar Norte
Descripción:	Construcción del aeródromo
Código MIDEPLAN	9,6,001622
Duración:	4,7 meses
Inicio:	19/6/13
Fin:	4/1/18
Costo estimado:	\$ 4.598.039,22
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico comerc/Infraestructura Aeronautical de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo de Golfito
Descripción:	Exprop/Infraestructura Aeronáutica para la ampl/Infraestructura Aeronáutica de la seguridad y construcción de plataforma
Código MIDEPLAN	
Duración:	25 meses
Inicio:	4/5/15
Fin:	6/3/19
Costo estimado:	\$ 1.071.414,00
Responsable:	Mantenimiento e Infraestructura
Tipología de aeropuerto:	Aeropuertuar/Infraestructura Aeronáutica
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Aeropuerto Internacional de la Zona Sur
Descripción:	Construcción de de aeropuertos
Código MIDEPLAN	9,6,001391
Duración:	6,5 años
Inicio:	27/2/14
Fin:	12/7/22
Costo estimado:	\$ 100.098.650,43
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico comerc/Infraestructura Aeronáutica de pasajeros
Categoría:	OACI 4C

Nombre del proyecto:	Talado de árboles aeródromo de Nosara
Descripción:	Talado de los árboles que interfieren en la superficie limitadora de obstáculo del aeródromo
Código MIDEPLAN	
Duración:	7,14
Inicio:	9/5/16
Fin:	9/12/16
Costo estimado:	\$ 1.250,00
Responsable:	Mantenimeinto Aeroportuario
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comerc/Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Aeropuerto Metropolitano
Descripción:	Fase A: Estudios de preinversión
Código MIDEPLAN	9,6,001392
Duración:	14 meses
Inicio:	4/2/15
Fin:	14/4/16
Costo estimado:	\$ 1.000.000,00
Responsable:	Equipo de proyecto y COCESNA
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 4F

Nombre del proyecto:	Construcción de parqueo y calles de servicio Aeródromo de Nosara
Descripción:	Construcción de área de parqueo para vuelos y calles de servicio
Código MIDEPLAN	
Duración:	15.25 meses
Inicio:	6/1/20
Fin:	14/4/21
Costo estimado:	\$ 13.125,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Integral de los Sistema Electromecánica calles de rodaje y perimetrales vehiculares y eliminación del Obstáculo AITB.
Descripción:	Rehabilitación de 18 hangares Reconstrucción de calle lateral Demolición obstáculo en cabecera 27 Construcción sistema contra incendios y de agua
Código MIDEPLAN	
Duración:	6,2 años
Inicio:	11/9/14
Fin:	23/11/17
Costo estimado:	\$ 9.805.000,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 2B, ampl Infraestructura Aeronáutica a OACI 2C

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo Barra de Tortuguero
Descripción:	Expro Infraestructura Aeronáutica para la ampl Infraestructura Aeronáutica del ancho de la franja de seguridad de la pista y construcción de plataforma
Código MIDEPLAN	
Duración:	25 meses
Inicio:	18/1/16
Fin:	8/5/20
Costo estimado:	\$ 1.103.713,00
Responsable:	Mantenimiento e Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Mejoramiento de Aeródromo La Managua
Descripción:	Recarpeteo y ampl Infraestructura Aeronáutica del ancho de pista Adquisición de terrenos aledaños
Código MIDEPLAN	9,6,001172
Duración:	4.8 años
Inicio:	30/11/12
Fin:	14/9/17
Costo estimado:	\$ 2.573.903,00
Responsable:	Mantenimiento Aeroportuario / Infraestructura Aerop.
Tipología de aeropuerto:	
Categoría:	

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo Barra del Colorado
Descripción:	Ampl Infraestructura Aeronáutica del ancho de pista Expro Infraestructura Aeronáutica de terrenos para construcción de plataforma de estacionamiento de aeronaves
Código MIDEPLAN	
Duración:	25 meses
Inicio:	1/6/16
Fin:	29/12/21
Costo estimado:	\$ 1.168.398,00
Responsable:	Mantenimiento e Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B

Nombre del proyecto:	Construcción de nueva estación de bomberos y calle de acceso a la pista en AIDOQ
Descripción:	Construcción de nueva estación de bomberos Calle de acceso directo a la pista
Código MIDEPLAN	9,6,001176
Duración:	25.3 meses
Inicio:	6/8/18
Fin:	1/10/20
Costo estimado:	\$ 1.960.785,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial Infraestructura Aeronáutica de Pasajeros
Categoría:	OACI 4E

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo de Bataan
Descripción:	Ampl Infraestructura Aeronáutica de franjas de seguridad del aeródromo
Código MIDEPLAN	
Duración:	25 meses
Inicio:	7/8/17
Fin:	25/6/20
Costo estimado:	\$ 299.250,00
Responsable:	Mantenimiento Aeroportuario
Tipología de aeropuerto:	Emergencia Infraestructura Aeronáutica/Seguridad
Categoría:	OACI 1A

Nombre del proyecto:	Construcción de Calle de Rodaje, ampliación de infraestructura Aeronáutica para la plataforma de estacionamiento de aeronaves e instalación de ayudas visuales AIDOQ
Descripción:	
Código MIDEPLAN	
Duración:	57.7 meses
Inicio:	11/5/15
Fin:	5/4/19
Costo estimado:	\$ 37.521.058,83
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial de Pasajeros
Categoría:	OACI 4E

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo de Buenos Aires
Descripción:	Expropiación de infraestructura aeronáutica para la ampliación de infraestructura aeronáutica de franjas de seguridad de la pista Posible ampliación de infraestructura aeronáutica a tipología 1B
Código MIDEPLAN	
Duración:	25 meses
Inicio:	5/8/19
Fin:	23/3/22
Costo estimado:	\$ 194.275,00
Responsable:	Mantenimiento Aeroportuario
Tipología de aeropuerto:	Aviación General
Categoría:	OACI 1A

Nombre del proyecto:	Mejoramiento de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje de conexión adyacentes y plataforma del AIDOQ
Descripción:	
Código MIDEPLAN	9,6,001567
Duración:	25.25 meses
Inicio:	20/11/13
Fin:	18/1/16
Costo estimado:	\$ 4.408.354,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial de Pasajeros
Categoría:	OACI 4E

Nombre del proyecto:	Mejoramiento de la Plataforma para la Posición del Puente de Abordaje N° 3 en el AIDOQ
Descripción:	
Código MIDEPLAN	
Duración:	1 año
Inicio:	1/2/15
Fin:	2/2/16
Costo estimado:	\$ 645.500,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial de Pasajeros
Categoría:	OACI 4E

Nombre del proyecto:	Mejoramiento Aeródromo Drake
Descripción:	Recarpeteo y ampliación de infraestructura aeronáutica de la pista a 18 m de ancho Conformación de franjas de seguridad Construcción de plataforma
Código MIDEPLAN	9,6,001186
Duración:	37.38 meses
Inicio:	10/4/15
Fin:	11/9/15
Costo estimado:	\$ 325.441,00
Responsable:	Infraestructura Aeronáutica
Tipología de aeropuerto:	Tráfico Comercial de Pasajeros
Categoría:	OACI 1B