



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

*Título: Procedimiento para la Formulación y Evaluación de
Proyectos de Ampliación de Capacidad en el Aeropuerto
Internacional Abel Santamaría.*

Autora:

Nidia Rodríguez Veitía

Tutores:

Dra. Tania Pérez Contino

MsC. Granilén Fontes Ayala



PENSAMIENTO

Para empezar un gran proyecto hace falta valentía.

*Para terminar un gran proyecto hace falta
perseverancia.*

Anónimo.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron a la realización de este trabajo, en particular a las tutoras Tania Pérez Contino por la adecuada conducción en la estrategia investigativa y Granilén Fontes Ayala, por la valiosa ayuda prestada.

DEDICATORIA

A mis abuelitos por la invaluable ayuda en mi educación, y en todos los aspectos de mi vida.

A mi madre por su consagración e incondicionalidad para conmigo en todo momento.

A mi padre por apoyarme en estos arduos años de estudio.

A mi novio Migue por haber llegado a mi vida y regalarme cada día de felicidad, ternura, dedicación, amor y cariño.

A mi hermano Reinaldo y su esposa Yusimí por sus consejos y la ayuda prestada.

A mis sobrinitos Christopher y Krisbely por alegrar mis días con sus travesuras y ocurrencias.

A mis tíos Calixto, Pedro Julio y Jorge por formar parte de mi formación y contribuir en este sueño.

A mis primos Hansser, Yuliet, Yuri y muy especial a Jarsel, por aconsejarme y hacerme comprender que nada es imposible y que con perseverancia todo se logra.

A toda mi familia porque de una manera u otra formaron parte de mi educación y contribuyeron a la realización de este proyecto de mi vida.

A todos mis amigos y compañeros de estudio por la ayuda y dedicación prestada.

RESUMEN

La presente investigación se realiza en el Aeropuerto Internacional Abel Santamaría de Santa Clara encargado de prestar servicios aeroportuarios a aeronaves y pasajeros. En su contenido, la tesis muestra primeramente la fundamentación teórica de la investigación, donde se hace énfasis en los procedimientos para la formulación y evaluación de proyectos existentes en Cuba y en el mundo, así como sus insuficiencias para ser aplicados particularmente a proyectos de ampliación de capacidad en aeropuertos. Como solución al problema de investigación planteado se expone la propuesta y desarrollo de un procedimiento que se adecue a las características del sistema aeroportuario, lo que constituye el principal aporte de la investigación y además una herramienta efectiva que facilita el proceso de toma de decisiones. En la tesis se anexan gráficos, tablas y un conjunto de informaciones que facilitan la comprensión de la investigación y mediante el empleo del gestor de referencias bibliográficas EndNote se logra un uso adecuado de la bibliografía.

ABSTRACT

This research is performed in the Abel Santamaria International Airport Santa Clara responsible for providing airport services to aircraft and passengers. In its content, the thesis first shows the theoretical foundation of research, where the emphasis is on procedures for the formulation and evaluation of existing projects in Cuba and in the world as well as its shortcomings to be applied particularly to expansion projects capacity at airports. As a solution to the problem of research raised the proposal and development of a procedure to match the characteristics of the airport system is exposed, which is the main contribution of the research and also an effective tool that facilitates decision-making process. In the thesis graphs, tables and a set of information that facilitate understanding of research and through the use of bibliographic reference manager EndNote appropriate use of bibliography is achieved annexed.

ÍNDICE

PENSAMIENTO	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. Marco teórico referencial	4
1.1 Definición general de proyecto. Conceptos y clasificaciones.....	5
1.2 Formulación y evaluación de proyectos	10
1.3 Metodologías y procedimientos para la formulación y evaluación de proyectos que se han desarrollado en Cuba y el mundo	16
1.4 Formulación y evaluación de proyectos en aeropuertos.....	26
1.5 Conclusiones parciales	29
CAPÍTULO 2. Procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría”	30
2.1 Procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría Cuadrado”	30
2.2. Validación del procedimiento.....	60
2.3. Conclusiones parciales.....	63
CONCLUSIONES GENERALES	64
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
Anexos	71

Introducción

INTRODUCCIÓN

En el nuevo escenario de las relaciones Cuba – EE.UU y los retos que marcan el desarrollo del nuevo modelo económico cubano refrendado en los Lineamientos del Partido Comunista de Cuba, se hace necesario que la empresa cubana moderna se atempere a las nuevas condiciones de reclamo del país de elevar la eficiencia y la calidad de su gestión. La calidad del servicio y la satisfacción del cliente como política del estado han dejado de ser un slogan para las organizaciones cubanas, comprometiéndolas a avanzar con proyectos firmes económicamente sustentados en indicadores medibles.

Las principales problemáticas que enfrentan hoy las organizaciones modernas se pueden resumir en la creciente necesidad de mejorar la eficiencia ante un entorno cada vez más cambiante. Los requerimientos del futuro no reclaman especialización, sino versatilidad, donde la capacidad de proyectar como premisa fundamental se hace imprescindible en el contexto económico actual. Es por esto que una de las aristas fundamentales para el desarrollo de la empresa es sin duda alguna, garantizar la satisfacción de las necesidades y requisitos de los clientes, aprovechando al máximo las capacidades disponibles y optimizando recursos e inversión del capital.

Para lograr competitividad resulta necesario la búsqueda de soluciones que permitan a la vez satisfacer al cliente y disminuir costos, por lo que es imprescindible, aplicar las nuevas formas de gestionar una empresa que se ha ido abriendo paso en el entorno empresarial mundial, tales como el enfoque en sistemas, la gestión por procesos y la integración de los flujos entre proveedores y clientes a través de la cadena de suministros.

En Cuba el desarrollo acelerado del turismo en los últimos años ha propiciado el crecimiento de la gestión y manejos de aeropuertos como soporte fundamental de la actividad turística. El 19 de mayo de 1995 se crea la Empresa Cubana de Aeropuertos y Servicios Aeronáuticos ECASA SA, con el objetivo de asegurar los servicios aeroportuarios, aeronáuticos y de aprovisionamiento de combustibles a las líneas aéreas, que en coherencia con los mayores estándares de calidad de los servicios del área en el Caribe permitiría asegurar el desarrollo del turismo en la isla. Esta empresa cuenta con 23 aeropuertos, de los cuales 10 son internacionales y el resto son nacionales. Por sus instalaciones se mueven más de 50 líneas aéreas y más de seis millones de pasajeros que se hospedan en las instalaciones hoteleras creadas a partir del auge turístico de los últimos años.

El Aeropuerto Internacional “Abel Santamaría Cuadrado” forma parte de la red de aeropuertos internacionales de ECASA. Ubicado a 11 km de la ciudad de Santa Clara, este enclave conocido en el mundo por sus siglas IATA, SNU, fue reabierto como aeropuerto internacional el 23 de diciembre del año 2001, con el propósito de asegurar las operaciones aeroportuarias para aviones de gran y mediano porte de todos los mercados internacionales: América del Norte, América del Sur y Europa. En el transcurso de los años ha sido objeto de varios procesos inversionistas (2003, 2006, 2011) que han permitido garantizar la atención a aeronaves y pasajeros aparejado al pujante avance del crecimiento del Polo Turístico. Hoy alcanza un desarrollo notable siendo considerado el tercer aeropuerto en importancia en el país por el movimiento de aeronaves y pasajeros.

Sin embargo, el crecimiento acelerado de la infraestructura hotelera en el Polo, con Resorts de gran lujo que alcanzarán las 9 500 habitaciones en la temporada alta (octubre del 2015-mayo 2016) y el nuevo escenario de las relaciones Cuba- EE.UU ha puesto nuevamente en evidencia la necesidad de ampliar las facilidades aeroportuarias. En las condiciones actuales de esta terminal no logra satisfacer la elevada demanda de las aerolíneas que se ven limitadas para sus operaciones, debido a la congestión. Esta situación ha sido evaluada a varias instancias por la dirección del organismo y cuenta con un plan maestro que de aprobarse su ejecución resolvería todas las necesidades; pero a corto plazo, no es posible contar con sus resultados, por lo que se hace necesario buscar una solución viable capaz de resolver la insuficiencia que afronta el aeropuerto de cara a mejorar la efectividad de este sistema aeroportuario.

En estos momentos existe insatisfacción por parte de los clientes reflejada en las encuestas realizadas por el aeropuerto y el Ministerio de Turismo (MINTUR), estas inconformidades están referidas reiteradamente a la insuficiente capacidad existente en la instalación, por lo que no se logra satisfacer la elevada demanda de las aerolíneas que se ven limitadas para sus operaciones, debido a la congestión que genera la falta de capacidad, esta situación ha traído consigo una disminución del número de clientes que arriban a los hoteles de la Cayería Norte porque no desean pasar por dicha congestión para luego tener que realizar el viaje al destino final en guagua. En estos momentos existe el aeropuerto Cayo las Brujas, pero el mismo sólo permite el aterrizaje de aviones inferiores a mediano porte por lo que se hace necesario que el mismo sea capaz de recibir aviones de pequeño y mediano porte para

aliviar la situación existente en el aeropuerto internacional Abel Santamaría e incrementar la satisfacción de los clientes que arriban al país.

Toda la situación descrita anteriormente caracteriza la **situación problemática** a resolver; sin embargo, no existe un fundamento metodológico para formular y evaluar posibles proyectos de aumento de capacidad desde las disímiles aristas que pudieran presentarse, en aras de elevar la efectividad del sistema aeroportuario y por tanto la satisfacción de los clientes constituyendo este el **problema de investigación** a resolver.

De allí que el **objetivo general** del trabajo sea:

Desarrollar un procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto “Abel Santamaría”, que permita un mejoramiento de los resultados generales del sistema aeroportuario a partir del manejo efectivo de los proyectos que se realizan.

Objetivos específicos

1. Diseñar un procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos con aumento de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría”.
2. Validar el procedimiento elaborado para la formulación y evaluación de proyectos con aumento de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría” de Santa Clara.

Para alcanzar los objetivos propuestos se usaron un conjunto de métodos y herramientas como el análisis y síntesis, métodos de trabajo en grupo, análisis documental y criterio de especialistas. La tesis se estructura en dos capítulos, diseñados en correspondencia a los objetivos específicos planteados. Por último muestra las principales conclusiones y recomendaciones, así como un grupo de anexos que complementan el trabajo y facilitan la comprensión de los resultados obtenidos.

Capítulo 1

CAPÍTULO 1. Marco teórico referencial

Introducción

En este capítulo se realiza un análisis de la fundamentación teórica, herramienta que permite organizar, estudiar, comprender y evaluar las diversas definiciones y criterios relacionados con el tema de la investigación que han sido tratados por disímiles autores con anterioridad. Desde el punto de vista metodológico (Hernández Sampier, 2006), se determina que para el desarrollo de la investigación se seguirá el hilo conductor que se muestra en la figura 1.1.

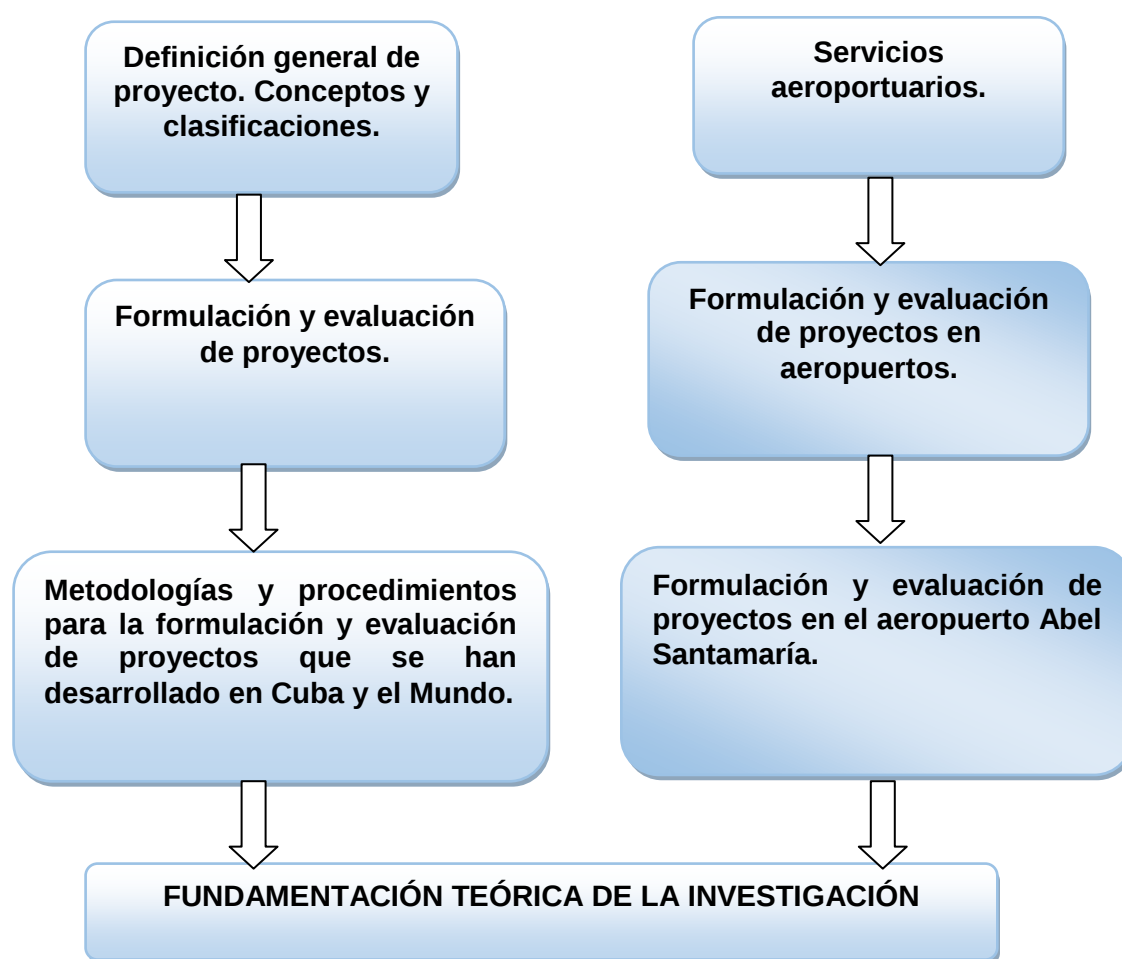


Figura 1.1: Hilo conductor de la fundamentación teórica de la investigación

Fuente: Elaboración propia

1.1 Definición general de proyecto. Conceptos y clasificaciones

Existe una tendencia marcada a confundir o hacer simplificaciones cuando se refiere a conceptos de proyecto por lo que resulta importante definir este término.

El Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia define *Proyecto* con cinco acepciones (Española, 2012), de ellas interesan tres en el contexto ingenieril:

1. "Planta y disposición que se forma para un tratado o para la ejecución de una cosa de importancia, anotando y extendiendo todas las circunstancias que deben concurrir para su logro".
2. "Diseño o pensamiento de ejecutar algo".
3. "Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería".

La tercera acepción es la tradicional referente al conjunto de documentos generalmente que elabora la entidad conocida como proyectista para servir de guía en la ejecución de las obras.

En "Administración y Control de Proyectos" (L Martino, 2000) lo define como: "cualquier tarea que tiene un principio y un fin definibles y que requiere el empleo de uno o de más recursos en cada una de las actividades separadas, pero interrelacionadas e interdependientes, que deben ejecutarse para alcanzar los objetivos por los cuales el trabajo (o proyecto) fue instituido".

En "Evaluación Social de Proyecto" (R Fontaine, 1990) define proyecto como: "la fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos períodos de tiempo".

En el libro Preparación y Evaluación de Proyectos (Sapag Chain and Sapag Chain, 1987) consideran proyecto como: "un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana".

Un proyecto puede ser considerado como: "conjunto integrado de actividades de duración finita destinadas a satisfacer con recursos limitados los objetivos estratégicos (económicos, operativos y sociales) de la empresa" (Baca Urbina, 1993).

En el "Manual de Proyectos" (Fernández Rodríguez, 2002) entiende por proyecto: "una tarea innovadora que tiene un objetivo definido, debe ser efectuada en un cierto período, en una zona geográfica delimitada y para un grupo de beneficiarios; solucionando de esta manera problemas específicos o mejorando una situación".

Plantea (I Cleland and R King, 2006) proyecto como: "la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado".

Todos los autores mencionados así como (Institute, 2000), (Japan, 2005), (R Kerzner, 2009), (Rodney Turner, 2008), (ISO, 2003) y (Greiner, 2007), coinciden de una forma u otra con las características generales que debe tener un proyecto: tienen carácter temporal, involucran recursos muy diversos y variados, persiguen objetivos determinados, dinámicos y en constante evolución, requiere de decisiones rápidas y en la mayoría de las situaciones irreversibles, normalmente están sometidos a grandes presiones externas y generalmente implican riesgos importantes.

Bajo la definición abordada por (I Cleland and R King, 2006) será tratado el concepto de proyecto en el presente trabajo, pues esta aglutina aspectos fundamentales de los proyectos. La combinación de recursos humanos y no humanos posibilita que dentro de un solo equipo o grupo se utilicen personas encargadas de manejar otros recursos que pueden ser económicos, de tiempo, tecnológicos y en ocasiones hasta ecológicos. Todos estos recursos interdependientes han de estar en una organización temporal, tienen un inicio y un fin en el tiempo. Esos recursos que han de estar reunidos temporalmente en una organización conllevan a alcanzar objetivos temporales, cualitativos y cuantitativos.

Según (Heredia, 1995) cualquier actividad sobre todo la industrial, se puede considerar encajada en un continuo que tiene su origen en la investigación básica y su final en la producción. Según sean los proyectos varían los grados de riesgo en su ejecución, así como los grados de libertad que se tienen para su implementación. En el anexo 1 se pueden apreciar con mayor claridad los tipos de proyectos.

Investigación Básica: es la que se realiza con total y absoluta libertad, hasta el punto que, frecuentemente, no existen objetivos institucionales y sí únicamente aquellos que se derivan de la personalidad del equipo investigador, por consiguiente, su libertad es máxima y el riesgo de no conseguir algún resultado es muy grande.

Investigación Aplicada: existen menos grados de libertad e incluso pueden fijarse unos objetivos a conseguir; no obstante, el riesgo en el que se incurre al entrar dentro de esta área es todavía alto.

Aquí comienza a aplicarse el concepto de proyecto tal como se ha definido antes, ya que normalmente estas investigaciones tienen un objetivo determinado y se le asignan unos

recursos y tiempo para su desarrollo, aunque ellos puedan cambiar en el tiempo. Normalmente aquí se conoce el costo de cada recurso unitario, pero no de todos los necesarios.

Investigación y Desarrollo (I+D): son aplicaciones muy específicas que incluyen elaboración de prototipos o preseries; incluso en ellos ya se llega a realizar un diseño previo del sistema objeto del proyecto y se definen unos objetivos que ha de cumplir, que deben ser siempre descubiertos y puestos de manifiesto, de forma absolutamente clara, en un estudio de viabilidad.

Construcción de cualquier elemento, máquina o instalación de carácter industrial o no: su objetivo es la obtención física de algún hecho o propósito por lo que se dispone de un tiempo para ello y de una cantidad de recursos, además se conocen el costo, la cantidad y tipo de los mismos.

Tipología de proyectos

Para efectos de determinación de los modelos de evaluación ex-ante, el Sistema de Inversión Pública de Honduras contempla tres tipologías de proyectos (Honduras, 2014):

1. Proyectos que entregan servicios meritorios

Son los proyectos cuyos efectos producen un beneficio incuestionable, pero de difícil valoración. Los llamados bienes o servicios “meritorios” son aquellos cuya bondad de hecho es aceptada sin discusión por la sociedad. Se aceptan como necesarios socialmente estos proyectos y más bien la racionalidad en la decisión será la de la eficiencia, ya que la preocupación esencial de la inversión pública es asegurar la colocación de los recursos donde satisfagan las necesidades de la sociedad con mayor rendimiento, especialmente en situaciones de recursos escasos para atender las necesidades básicas insatisfechas. Su beneficio social es de común aceptación, no requiere ser demostrado, y por lo tanto la preocupación del análisis se desfasa hacia la selección de la alternativa (o del proyecto) que exhiba el mínimo costo. Por ello el Análisis de Costo Eficiencia (ACE) es de gran aplicación en este tipo de proyectos.

2. Proyectos cuyo objetivo principal es producir beneficios económicos

Los efectos directos de estos proyectos agregan valor a la economía, impulsan procesos productivos, aumentan la capacidad del país para las actividades agrícolas, industriales o comerciales, mejoran las condiciones de eficiencia de los medios productivos, o trasladan ahorros valorables monetariamente a determinados sectores de la población. La Evaluación

de estos proyectos generalmente se hace mediante el Análisis de Costo Beneficio (ACB), donde se identifican, miden y valoran tanto los costos como los beneficios.

En general, los proyectos de infraestructura productiva forman parte de esta categoría.

3. Proyectos que generan ingresos financieros

Estos proyectos operan en dos sentidos:

- a) Son acometidos por particulares, individualmente o en procesos asociativos, bajo la perspectiva empresarial, con el fin de obtener lucro como condición para la sostenibilidad del negocio. Desde la perspectiva de la inversión pública estos proyectos pueden ser fomentados por el Estado para impulsar la productividad en sectores prioritarios, la competitividad territorial y el mejoramiento del ingreso familiar. En tales casos, el equipo formulador debe hacer los análisis de los proyectos productivos que apoyará, con el fin de verificar que ellos serán rentables como consecuencia de la intervención.
- b) Son acometidos por instituciones públicas para propiciar beneficios económicos (o aún sociales-meritorios), pero requieren generar ingresos para su sostenimiento.

La Evaluación de estos proyectos generalmente se hace mediante **el Análisis de Rentabilidad Financiera (ARF)** con la estimación del Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los proyectos pueden pertenecer a varias de las tres tipologías, por lo que ellas no son excluyentes entre sí.

Categorización de proyectos según tamaño

De acuerdo con su tamaño, para los efectos del sistema de inversión pública hondureño (Honduras, 2014), los proyectos se clasifican en tres categorías: Macroproyectos, Proyectos Medianos y Pequeños Proyectos o Elementales.

La categoría de Macroproyectos la podemos desagregar a su turno en dos: Megaproyectos y Programas. Los primeros son proyectos específicos, de gran aporte, en buena parte de infraestructura. Los Programas, en cambio, corresponden a colecciones o a portafolios de proyectos cuyos objetivos contribuyen al propósito general del programa. Se destacan los programas de instituciones que trabajan esencialmente por el desarrollo social y el combate a la pobreza. A continuación se resumen las características de la evaluación según categorías:

Macroproyectos (Megaproyectos y Programas)

- Los estudios de preinversión deben llegar al nivel de Factibilidad antes de la decisión sobre asignación de recursos (especialmente los megaproyectos).
- Los Programas deben estar bien estructurados en el Marco Lógico, con la justificación del Portafolio de Proyectos que los componen y con los criterios claros para la selección de los proyectos y la distribución de los recursos (especialmente si son por demanda), así no se cuente con los proyectos claramente especificados en el momento de la formulación del programa.
- Los megaproyectos deben ser formulados y evaluados con todas las exigencias de los estudios de preinversión, para lo cual la oferta de consultoría privada internacional cuenta con metodologías y tecnologías sectoriales y competencias suficientes.
- Se evalúan con Análisis Costo-Beneficio. Por el volumen de inversión que comprometen, los Macroproyectos requieren de evaluaciones más afinadas. En todos los casos debe demostrarse que los beneficios que producen son mayores que los costos necesarios para su inversión y operación. Por la tanto, el método de evaluación de los proyectos de esta categoría es el Análisis Costo Beneficio (ACB).

Proyectos Medianos

- Formulación-Evaluación de Proyectos: en nivel de prefactibilidad para los que lo ameriten.
- Evaluación: Análisis Costo-Beneficio para los que lo ameriten (por complejidad, riesgo, valor o impacto) y Análisis Costo-Eficiencia para todos.

Proyectos Pequeños o Elementales

- Para la mayoría de los proyectos de esta categoría, la decisión de asignarles recursos puede sustentarse en estudios en el nivel de perfil.
- Costo-eficiencia simplificado: costos, ingresos y costo unitario del producto. Análisis de Rentabilidad cuando se trate de fomento a proyectos productivos, o cuando se procure su sostenibilidad financiera. Criterios sociales cualitativos.

En el anexo 2 se encuentran ejemplos de cada una de las categorías abordadas.

Los proyectos pueden pertenecer a varias de las tres tipologías, por lo que ellas no son excluyentes entre sí.

Los proyectos de manera general se pueden clasificar de disímiles formas como se aprecia a continuación en el anexo 3.

Un ejemplo de proyecto puede ser:

- La construcción de cualquier obra de Ingeniería, Arquitectura o Industrial.
- La creación de un nuevo software.
- Una reorganización empresarial.
- El plan para la implementación de un Sistema Integrado de Gestión.
- El lanzamiento de un nuevo producto.
- Realizar un programa de investigación sobre una enfermedad.
- La organización y desarrollo de una campaña promocional.
- Un programa de desarrollo social.

1.2 Formulación y evaluación de proyectos

El alcance del concepto proyecto nace con la decisión general de implementar un determinado estudio técnico económico de factibilidad y termina con la puesta en marcha de las instalaciones de acuerdo a las especificaciones técnicas y, supuestamente, dentro de los límites presupuestarios y plazo de ejecución. La decisión es apoyada por ganancias de mercado, definición técnica de escala y localización, evaluación de rentabilidad, análisis financiero y otras variables (D Alessio, 2001).

Para analizar el ciclo de un proyecto se requiere, de manera general y en primera instancia, identificar el problema. En una segunda instancia, se deben seguir tres etapas básicas: preinversión, inversión y operación que conforman en sí, el ciclo de todo proyecto (Fleitman, 2003). En el anexo 4 se puede observar el comportamiento de las fases que componen el ciclo de vida de un proyecto.

Este está compuesto por cuatro fases fundamentales:

1. Concepción: Viabilidad/Factibilidad.
2. Definición: Diseño.
3. Implementación: Ejecución.
4. Terminación: Final.

Estas fases están incluidas en las fases del negocio, que al decir de (Bolaños, 1998) son:

I Etapa de concepción

- Fase de oportunidad, en la que se conforma y formula la idea del negocio - proyecto y se determina si es lo suficiente prometedor para justificar su más detallada consideración y la realización de estudios posteriores.

- Fase de factibilidad o viabilidad, donde se estudia detalladamente la factibilidad o viabilidad técnico económico, tarea que puede requerir los servicios de un consultor. Sobre la base de este estudio se decide si se acomete o no el proyecto.

Normalmente esta etapa está vinculada a los trabajos de diseño en las ideas conceptuales y Anteproyectos/Soluciones principales, que son las documentaciones técnicas base de los respectivos estudios.

II Etapa de desarrollo

- Fase de diseño y ejecución que comienza con la decisión de invertir fondos en el proyecto e incluye el diseño básico y de detalle, la construcción, el montaje y todas las contrataciones y compras.

III Etapa de desactivación del proyecto y puesta en explotación del negocio

Estas fases son equivalentes a lo que se conoce como proceso inversionista.

La formulación como la etapa centrada en el diseño de las alternativas del proyecto, es decir, las opciones técnicamente viables para alcanzar los objetivos de impacto perseguidos o, complementariamente, para solucionar el problema que le dio origen. Las alternativas surgen de la teoría disponible, de la experiencia de los especialistas en el área y de las evaluaciones ex-post llevadas a cabo en proyectos análogos (Sagitario, 2005).

La evaluación permite tomar decisiones a través de la comparación de distintas alternativas. Tanto en la vida cotidiana como en los proyectos, en general, sean estos sociales o productivos, públicos o privados, se requiere de la evaluación para adoptar decisiones racionales. El significado de la evaluación difiere según la etapa del ciclo de vida del proyecto en la que se la utilice. Si es durante la formulación, proporciona los criterios de decisión para aceptar un proyecto específico u ordenar las alternativas consideradas en función de las relaciones existentes entre sus costos e impacto (o beneficio). Si se la aplica durante la operación o, inclusive, habiendo ésta concluido, permite determinar el grado de alcance de los objetivos perseguidos, así como el costo en que se ha incurrido (Baca Urbina, 1993).

Como generalmente los beneficios y costos de los proyectos ocurren en diferentes momentos de tiempo durante la vida del mismo, es necesario emplear técnicas de matemáticas financieras para poder compararlos correctamente considerando el coste de oportunidad del dinero en el tiempo. Se analizan además los principales indicadores que se utilizan para determinar la conveniencia financiera de implementar un proyecto a partir del

flujo de caja del mismo. Entre ellos, el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno (**TIR**), la Relación Beneficio-Costo (**RBC**) y el Período de Recuperación (Recupero) del capital. Luego se analizan los principales aspectos que deben considerarse para la construcción de flujos de caja: inversiones, capital de trabajo, costos de operación, depreciaciones, tratamiento del IVA, tratamiento del crédito e impuesto a las ganancias (Tejada Anguiano, 2008). A partir del flujo de caja así determinado, se emplean técnicas informáticas para realizar el análisis de sensibilidad y análisis de riesgo. En el primer caso las técnicas permiten identificar las variables a las cuales los indicadores de rentabilidad son más sensibles. Una vez determinadas las mismas se estudian los métodos para tratar el riesgo del proyecto mediante el planteo de diferentes escenarios futuros (Derossi, 1971). El análisis del riesgo financiero resulta especialmente útil en negocios internacionales ya que permite expresar en términos probabilísticos la posibilidad de obtener determinadas tasas de rentabilidad en los proyectos, considerando las incertezas que generan los mercados mundiales a largo plazo (Sanin and Saldarriaga, 1995).

Así, formulación y evaluación son dos caras de una misma moneda. Un proyecto no se puede formular a menos que se sepa cómo se le va a evaluar, porque sólo a partir de la metodología de la evaluación es posible determinar cuál es la información que se debe recoger para su formulación (Baca Urbina, 1993).

Conocer y comprender el concepto de Evaluación de Proyectos es de gran importancia para aplicarlo en cada una de las etapas del estudio. A continuación se encuentra la tabla 1.1 que recoge definiciones de autores que han abordado el término en sus obras.

Tabla1.1: Evaluación de proyectos. Conceptos

Evaluación de Proyectos	Conceptos
	Consiste en emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una proposición, es necesario definir previamente el o los objetivos perseguidos (R Fontaine, 1990).
	Busca cuantificar el impacto efectivo, positivo o negativo de un proyecto, sirve para verificar la coincidencia de las labores ejecutadas con lo programado, su objeto consiste en “explicar” al identificar los aspectos del proyecto que fallaron o no, si estuvieron a la altura de las expectativas. Analiza las causas que crearon ésta situación, también indaga sobre los aspectos exitosos, con el fin de poder reproducirlos en proyectos futuros, ya sean de reposición o de complementos (Marie Mokate, 2000).

Evaluación de Proyectos	Conceptos
	Proceso que procura determinar, de la manera más significativa y objetiva posible, la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto de actividades a la luz de objetivos específicos (UNICEF, 1999).
	Proceso de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generan de éste en un determinado período de tiempo (Meixueiro Garmendia <u>and</u> Pérez Cruz, 2008).

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión, la *Evaluación de Proyectos* es un proceso que permite emitir consideraciones sobre la conveniencia del proyecto. Este criterio está presente en cada fase o también conocidas como etapas o estados del Ciclo de vida de un proyecto: Preinversión, Inversión y Operación.

En el presente trabajo se tratará el concepto abordado por (Marie Mokate, 2000) al ser el que más se adecua al tema y resulta más completo pues incluye la evaluación del impacto del proyecto, permite verificar coincidencias entre las tareas programadas con las ejecutadas, identificar posibles fallos ocurridos así como posibles logros alcanzados durante el desarrollo del proyecto, tanto los éxitos como los errores podrán ser tenidos en cuenta en futuros proyectos.

En la siguiente figura se encuentran graficadas cada etapa del ciclo de proyecto con las correspondientes evaluaciones de impacto, las cuales serán explicadas seguidamente.

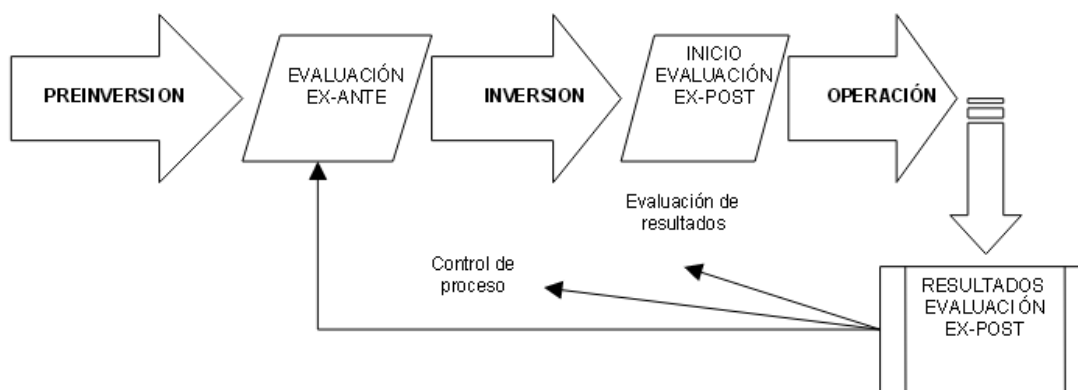


Figura 1.3: Evaluaciones de impacto y fases del ciclo del proyecto

Fuente: (Navarro et al., 2006)

- ❖ **Preinversión:** es la fase en que se formula y evalúa un proyecto para resolver un problema para lograr un objetivo específico. El objetivo de esta fase es apoyar la toma de decisiones sobre la asignación de recursos al proyecto. Esta fase comprende la formulación, desde la identificación del problema, hasta la programación, en la que se asignan los recursos y se consolida con los estudios y diseños para la ejecución (Haime Levy, 1995). La preinversión se desagrega en las siguientes etapas:
 - **Idea:** en esta etapa, se identifica el problema o la necesidad que se va a satisfacer y se identifican las alternativas básicas mediante las cuales se resolverá el problema.
 - **Perfil:** en esta etapa se evalúan las diferentes alternativas, partiendo de información técnica, y se descartan las que no son viables. Se especifica y describe el proyecto con base en la alternativa seleccionada. Por lo general, la información en que se apoya la elaboración del perfil proviene de fuentes de origen secundario.
 - **Prefactibilidad:** en esta etapa se realiza una evaluación más profunda de las alternativas encontradas viables, y se determina la bondad de cada una de ellas.
 - **Factibilidad:** en esta etapa se perfecciona la alternativa recomendada, generalmente con base en información recolectada especialmente para este fin.
 - **Diseño:** una vez decidida la ejecución del proyecto, en esta etapa se elabora el diseño definitivo. En las etapas anteriores se pueden haber elaborado diseños preliminares, pero los diseños definitivos e ingeniería de detalle especialmente en el caso de los proyectos más complejos y de mayor monto de inversión solo se justificará efectuarlos a partir del momento en que se cuente con el dictamen de viabilidad y con la decisión favorable del financiamiento.

El proceso anterior según (Honduras, 2014), es iterativo y sostiene que no necesariamente todos los proyectos atraviesan por cada una de las etapas. En cualquier etapa se puede tomar una de cuatro decisiones:

- La información es suficiente y demuestra que el proyecto es viable: **Se toma la decisión de asignarle recursos y ejecutarlo.**
- La información demuestra que el proyecto definitivamente es inviable: **Se desecha.**
- La información demuestra que el proyecto es viable, pero no están dadas las condiciones favorables para su ejecución (políticas, sociales, culturales, tecnológicas y financieras): **Se aplaza para revisarlo en una oportunidad futura.**

- La información no es suficiente para sustentar una decisión: **Se procede a la siguiente etapa.**

La **evaluación ex-ante**, que se realiza antes de la inversión y la operación, permite estimar tanto los costos como el impacto (o beneficios) y así adoptar la decisión (cualitativa) de implementar o no el proyecto. A partir de ella resulta posible priorizar distintos proyectos e identificar la alternativa óptima para alcanzar los objetivos de impacto perseguidos (Martínez, 1998).

Las evaluaciones ex-ante tienen normalmente el objetivo de profundizar en la preparación del proyecto; es decir, ayudan a definir una serie de objetivos que se adecúen a las necesidades, así como a garantizar la coherencia de la estrategia y los objetivos previstos.

La evaluación ex-ante (Noja, 2011) se emplea para:

- Definir escenarios.
- Analizar una situación de partida, en términos tanto positivos como negativos.
- Priorizar alternativas.
- Definir expectativas.
- Tomar decisiones en base al análisis realizado y definir estrategias.
- ❖ **Inversión:** la fase de inversión incluye todas las acciones encaminadas a concretizar el proyecto, a partir de los aspectos contenidos en los estudios realizados en la fase de preinversión. En esta fase se reconoce la etapa de ejecución, en la que se construyen las obras previstas en los estudios, se adquiere e instala la maquinaria y equipamiento, se contrata el personal, realizan los trámites legales según el marco legal relativo al proyecto, se realizan las capacitaciones previstas. Si es requerido se realizan los diseños finales de ingeniería, los planos definitivos y se actualizan costos, con variaciones mínimas. En definitiva, en la fase de inversión se deja todo puesto a punto para que el proyecto inicie su operación (Portocarrero Argüello *et al.*, 2011).
- ❖ **Operación:** es la fase en la que se usa la capacidad generada por el proyecto con el fin de entregar bienes o servicios con los cuales los beneficiarios solucionan el problema o satisfacen la necesidad que le dio origen al proyecto (Haime Levy, 1995).

Evaluación ex-post:

Una vez terminada la ejecución del proyecto, durante la operación o después de su cierre se puede realizar su evaluación ex-post, que tiene el propósito de establecer el nivel de cumplimiento de los objetivos del proyecto o la brecha entre lo evaluado ex-ante y lo

realmente ocurrido. En función de cuando se haga la evaluación ex-post se tendrán hechos reales que confrontar con lo planificado o programado, así, pueden encontrarse desviaciones en los costos de las obras, del equipamiento, en los tiempos de ejecución, en los niveles de ingresos y en los costos de operación o gastos corrientes. Las desviaciones o diferencias entre lo programado ex-ante y lo real ex-post pueden ser positivas, éxitos, o negativas. Si la evaluación ex-post se hace una vez cerrado el proyecto y lo que se persigue es evaluar los efectos reales del proyecto se estará entonces frente a una evaluación de impacto (Portocarrero Argüello *et al.*, 2011).

Se puede concluir que en la etapa de preinversión se distinguen las fases: idea, perfil, prefactibilidad, factibilidad y diseño, aunque no necesariamente todos los proyectos pasan por cada una de las etapas mencionadas; y en la de inversión la de ejecución del proyecto. La fase de operación corresponde a la puesta en marcha de los proyectos y la operación plena. En la etapa de preinversión se efectúan evaluaciones ex-ante del proyecto y en la de operación puede realizarse un seguimiento con el propósito de efectuar una evaluación ex-post de él, sin embargo la evaluación ex-ante debe estar concebida desde el diseño del proyecto.

1.3 Metodologías y procedimientos para la formulación y evaluación de proyectos que se han desarrollado en Cuba y el mundo

Diversas son las metodologías que han sido abordadas por varios autores sobre este tema, a continuación se presenta una guía perteneciente al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y a la Dirección General de Inversiones Públicas para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública (Portocarrero Argüello *et al.*, 2011):

1. Identificación.

- Importancia adecuada de identificación del problema.
- Diagnóstico de la situación actual.
 - Diagnóstico del área de influencia.
 - Diagnóstico de los involucrados.
 - Diagnóstico del servicio.
- Definición del problema: causas y efectos.
 - Definición del problema central.
 - Análisis de las causas.
 - Análisis de los efectos.

- Objetivos del proyecto: medios y fines
 - Definición del objetivo central.
 - Análisis de los medios del proyecto.
 - Análisis de los fines del proyecto.
- Alternativa de solución.
 - Identificación de las acciones.
 - Planeamiento de las alternativas.
- 2. Formulación.**
- Análisis de la demanda.
 - Definición de los bienes y servicios del proyecto.
 - La población demandante y la demanda efectiva.
- Análisis de la oferta.
- Balance oferta-demanda.
- Análisis técnico de las alternativas.
 - La localización.
 - El tamaño.
 - La tecnología.
- Análisis de riesgo a desastres.
 - Conceptos claves.
 - Análisis de emplazamientos.
 - Análisis de vulnerabilidad.
 - Valoración del impacto del desastre.
 - Identificación de las medidas de reducción de riesgo.
- Análisis administrativo-organizacional y legal.
 - Aspectos administrativos y organizacionales.
 - Organización para la ejecución.
 - Organización para la operación.
 - Aspectos legales.
- Costos de inversión y gastos de operación y mantenimiento.
 - Los costos de inversión.
 - Los gastos de operación y mantenimiento.

3. Evaluación.

- La evaluación social de proyectos.
- Beneficios sociales.
- Costos sociales.
- Evaluación del proyecto.
 - Análisis de beneficio-costo.
 - Análisis costo-efectividad.
 - Evaluación de las medidas de reducción de riesgo.
 - Valor del daño: costo de no incluir medidas de reducción de riesgo.
 - Costo de las medidas de reducción de riesgo.
 - Análisis de sensibilidad.
 - La sostenibilidad del proyecto.

La Dirección General de Inversiones Públicas de Honduras (Honduras, 2014) se propone la siguiente Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Programas y proyectos de Inversión Pública.

- **Identificación.**
 - Antecedentes documentales de la situación problema.
 - Diagnóstico de la situación actual del problema.
 - Definición del problema.
 - Planteamiento de objetivos.
 - Identificación de alternativas.
- **Análisis de Involucrados.**
 - Identificación de actores.
 - Estrategias de vinculación.
 - Participación comunitaria.
- **Población beneficiaria y análisis de demanda.**
 - Tipificar población.
 - Caracterizar la población.
 - Establecer demanda insatisfecha.
 - Establecer criterios de asignación de bienes.
- **Aspectos técnicos.**
 - Descripción básica de la alternativa escogida.

- Estructura analítica. Descripción.
- Análisis de localización.
- Análisis de tamaño.
- Análisis ambiental.
- Análisis de riesgos.
- **Evaluación de alternativas.**
 - Presupuesto de inversión.
 - Identificación de costos.
 - Aplicación del análisis Costo-Eficiencia.
 - Cuantificación de empleo indirecto.
 - Priorización de alternativas.
 - Desarrollo de la alternativa seleccionada.
 - Establecer el Costo Beneficio (ACB).
- **Esquema institucional**
 - Definición Marco Institucional del Proyecto.
 - Análisis del marco legal.
 - Modalidad institucional en ejecución.
 - Modalidad institucional en la operación.
- **Financiación.**
 - Establecer el flujo financiero del proyecto.
 - Establecer fuente y esquema de financiación.
- **Marco lógico.**
 - Generar la estructura analítica del proyecto.
- **Cronograma.**
 - Generar cronograma de actividades.
- **Evaluación integral del proyecto.**
 - Análisis integral del proyecto.

Otra guía metodológica es la confeccionada por (Quevedo Reyes et al., 2012) del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), diseñada para los proyectos de Iniciativa Municipal de Desarrollo Local (IMDL) para formular y evaluar el proyecto de inversión en el Centro de Elaboración de Palmira, Cuba, la misma se describe a continuación:

- Introducción.
- Objetivo General.
- Objetivos Específicos.
- Resultados del Proyecto.
- Actividades del Proyecto.
- Supuestos del Proyecto.
- Consideraciones y/o comentarios de interés.
- Factibilidad Económica de los Proyectos.

El análisis completo de un proyecto requiere, por lo menos, la realización de cuatro estudios complementarios: de mercado, técnico, organizacional - administrativo y financiero (Bolaños, 1998). Mientras que los tres primeros proporcionan fundamentalmente información económica de costos y beneficios, el último además de generar información, permite construir los flujos de caja y evaluar el proyecto.

El siguiente cuadro conceptual explica las ideas planteadas:

Tabla1.3: Etapas del estudio de proyectos

Estudio de la viabilidad económica			
Formulación y Preparación			Evaluación
Obtención de Información	Construcción del Flujo de Caja		Rentabilidad
			Análisis cualitativo
		Sensibilización	
Estudio de mercado	Estudio técnico	Estudio de la Organización	Estudio Financiero

Fuente: Elaboración propia

A continuación se desarrollará un análisis de las etapas que contienen las metodologías actuales para la identificación, formulación y evaluación de proyectos.

Planes de desarrollo, programas y proyectos

Antes de conocerse las técnicas de planificación del desarrollo y su programación, los proyectos surgían con las necesidades primarias del ser humano, tales como su

alimentación, vestido, salud, educación, entre otros y donde el plan se traduciría en la búsqueda de satisfacer estas necesidades primarias.

En el transcurso del desarrollo social, las necesidades humanas se han hecho cada vez más complejas. El hombre ya no es un ente individual que procura, primariamente, satisfacer sus necesidades biológicas, sino que su desarrollo en sociedad ha significado que este busque fórmulas que le permitan abarcar un contexto complejo de requerimientos materiales, sociales, culturales y políticos. Hoy en día, se pretende encontrar mecanismos que permitan que la cantidad de bienes y servicios a disposición de un conglomerado social crezca activamente (Sapag Chain and Sapag Chain, 1987).

Una economía en vías de desarrollo que desee obtener un crecimiento económico planificado debe enfrentar muchos problemas, uno de los cuales consiste en la selección de la técnica de producción. A menudo, es muy grande el número de alternativas, que van desde la producción manual hasta la manufactura mecánica completamente automática. La inversión de capital por unidad de trabajo varía enormemente entre una técnica y otra (Martínez, 1998).

Es preciso señalar que la concepción del desarrollo económico y su planificación, pretenden, necesariamente, estar al servicio de los requerimientos del ser humano. Los programas sectoriales que surjan de la planificación del desarrollo y posteriormente, los proyectos que los hacen posible, quedan indispensablemente relacionados con el qué hacer y sus requerimientos (De la Lastra, 1993) .

Identificación del proyecto

Este aspecto ha sido tratado por diferentes autores en las etapas de formulación y evaluación de los proyectos, de manera independiente en cada una de ellas. A continuación se presentan algunos criterios sobre identificación de proyecto dados por diversos autores.

Esta es la primera actividad a realizar durante el proceso de preparación del proyecto, la misma incluye definir con precisión el proyecto o conjunto de alternativas preliminarmente viables que luego serán preparadas (formuladas). Para ello se realiza un análisis prospectivo de la situación actual, se determinan las condiciones negativas que motivan el proyecto y sus causas, se establecen objetivos y se identifican medios para el logro de tales objetivos (Portocarrero Argüello et al., 2011). Para la etapa de la identificación de proyectos, debe realizarse un análisis de los recursos naturales existentes en la región, de la economía, de la población, de las instituciones y de los proyectos y programas (Organización de las Naciones

Unidas para la agricultura y la Alimentación, 1995). El resultado de esta etapa es el conocimiento de un problema, la definición de objetivos encaminados a darle solución así como la postulación de alternativas para la solución de la insuficiencia planteada.

Estudio de mercados

Una de las etapas más importante y difícil de la evaluación de un proyecto es el estudio de mercado ya que tiene como objetivo decidir si se continúa o no la evaluación del proyecto sobre la base de la determinación del mercado, demanda total, la demanda del proyecto, oferta total, oferta del proyecto, los precios, ingresos, costo de la comercialización desde el punto de vista del marketing, así como recopilar toda la información necesaria que el mercado ofrece para elaborar el flujo de caja (ingresos y egresos) (Gil Martínez and Palacio Hidalgo, 2001). Este aspecto ha sido abordado por los autores que presentan las metodologías clásicas, los analizados en la literatura estudiada de formulación y evaluación de proyectos, y muestran en común cinco elementos básicos para un estudio de mercados: **producto, demanda, oferta, precio y distribución.**

Estudio técnico o de ingeniería del proyecto

El objeto de este estudio es determinar la función de producción óptima para la utilización adecuada de los productos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto, dar información de las inversiones y de los costos de operación. En el estudio técnico deberán determinarse los requerimientos de equipos y maquinarias de fabricación, se deberá cuantificar el costo de operación y el monto de la inversión, también se debe definir el posible tamaño de la planta, a partir de la demanda proyectada en el estudio del mercado, si se tratase de una planta nueva (Gil Martínez and Palacio Hidalgo, 2001).

Estudio de la organización del proyecto

Todas las actividades que se requieren para la implementación y operación del proyecto se deben programar, coordinar y controlar por alguna instancia que el estudio del proyecto debe prever. La estructura que se adopte para su implementación y operación está asociada a egresos de inversión y costos de operación tales, que pueden determinar la rentabilidad o no de la inversión. La organización que asuma el proyecto tiene una doble influencia económica en su evaluación:

a) Un efecto directo en las inversiones y costos asociados en su tamaño específico de operación.

b) Un efecto indirecto en los costos de operación derivados de los procedimientos administrativos asociados a un tamaño, tecnología y complejidad de la estructura organizativa.

El efecto sobre las inversiones se manifiesta por la necesidad de disponer tanto de una infraestructura física (oficinas, salas de espera, estacionamiento, etcétera) adecuada a los requerimientos del proyecto, como del equipamiento para su operación. El estudio de las variables organizacionales durante la preparación del proyecto tiene su importancia en la organización del proyecto, por lo que este estudio facilita el procedimiento de cálculo de la inversión en capital de trabajo (Gil Martínez and Palacio Hidalgo, 2001).

Estudio legal

Los proyectos se sitúan en el contexto de la realidad social con todas sus leyes, normas y reglamentos, lo que obliga al preparador y evaluador de proyectos a considerar necesariamente el marco legal en que se desarrolla el proyecto. El evaluador de proyecto deberá conocer el marco normativo general y específico de manera tal que pueda disponer de los elementos analíticos imprescindibles para la correcta evaluación de proyecto (Gil Martínez and Palacio Hidalgo, 2001).

Estudio financiero

El objetivo de éste estudio, es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación financiera. Las bases del estudio económico son los costos totales y de la inversión inicial cuyo origen son los estudios de mercado y el de ingeniería, ya que costos e inversión inicial, dependen de la producción planteada y la tecnología seleccionada; posteriormente se desarrolla el cálculo de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial y el cálculo de Capital de Trabajo. Se calcula el punto de equilibrio que es la cantidad mínima económicamente que se producirá; considerando una tasa de rendimiento mínima aceptable de acuerdo al costo de oportunidad se descuentan los flujos netos de efectivo, en donde, los flujos provienen del estado de resultados proyectados del horizonte de tiempo seleccionado. Sí acaso se plantea algún financiamiento externo, es necesario seleccionar un plan del mismo y se muestra su cálculo tanto en la forma de pagar intereses como en la forma de pagar el capital, tal es el caso de tablas de amortización (Abreu Beristain, 2006).

En términos generales las metodologías clásicas presentan las siguientes etapas: planificación del desarrollo, estudio de mercado, estudio técnico, aspectos administrativos y

legales y aspectos económicos-financieros; las cuales forman parte de las metodologías actuales y en la evaluación consideran los aspectos ambientales y sociales de los proyectos.

Servicios aeroportuarios

Los aeropuertos tienen como fin primordial facilitar la operación de las aeronaves que despegan y aterrizan en sus instalaciones, (Marenco Alemán, 2010). Los principales aeropuertos ofrecen una amplia gama de instalaciones para comodidad de los viajeros. Van desde elementos básicos, como mostradores para la venta de billetes (boletos, pasajes), zona de recogida de equipajes, vestíbulos, aseos (sanitarios, lavabos) y restaurantes hasta hoteles de lujo, centros de conferencias, centros comerciales y zonas de juego para niños; además: venta de prensa, cafeterías, peluquerías, oficinas de correos y bancos. Las paradas de taxis, las agencias de alquiler de automóviles y los inmensos estacionamientos son otros servicios de los que disponen los aeropuertos. Muchos de ellos, sobre todo en Europa y Japón, también ofrecen líneas directas de ferrocarril hasta sus instalaciones. Las terminales internacionales deben tener además aduanas y despachos para el cambio de monedas; la mayoría cuentan también con tiendas libres de impuestos. Para los viajeros internacionales, el problema del idioma se resuelve con símbolos internacionales. La amenaza de la piratería aérea y el terrorismo han llevado a elaborados procedimientos de seguridad y a una inspección cada vez más sofisticada, desde el punto de vista tecnológico, de los equipajes para proteger a los pasajeros. Los pasajeros y el equipaje pasan por un control de seguridad en el aeropuerto. Los aeropuertos emplean aparatos de rayos X y detectores de metal para buscar objetos peligrosos, como armas o explosivos (Aena, 2015). En todo aeródromo/aeropuerto se distinguen claramente dos áreas, según el área de intervención donde se sitúa el proyecto, la macro tipificación es la siguiente:

- Lado Aire (Air Side), comprende el espacio aéreo de las superficies limitadoras de obstáculos y área de movimiento. En lo principal esta última incluye la infraestructura horizontal-pistas, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento de aviones.
- Lado Tierra (Land Side), incluye los edificios terminales de pasajeros y carga, edificios dependencias, áreas de circulación y otros elementos (Públicas and Social, 2014).

Tipologías de proyectos

Según (Públicas and Social, 2014) existen dos tipologías de proyectos: según el proceso que representa o según el área de intervención, en el anexo 5 se encuentran claramente definidas.

Clasificación de los proyectos de infraestructura aeroportuaria

Existen dos factores que se consideran centrales como base para la clasificación: el impacto del proyecto sobre el patrón de flujos de equilibrio entre el sistema de transporte y el sistema de actividades y el monto estimado de inversión a realizar, como indicador del tamaño o magnitud del proyecto (Públicas and Social, 2014).

1. Clasificación según impacto sobre el patrón de flujos

❖ Proyectos estructurales:

Son aquellos que tienen un impacto relevante sobre la generación, distribución o partición modal de los viajes en el área de influencia del proyecto. Normalmente, estos impactos implican además cambios en las variables de servicio (costo, tiempo de viaje) propias del transporte aéreo.

❖ Proyectos no estructurales:

Son aquellos que producen un impacto no relevante en el patrón de flujos. Resulta necesario definir qué se entiende por impacto relevante. En términos generales, ello dependerá del grado de precisión con que se estén estimando los cambios en el patrón de flujos. Cada estimación tendrá asociado un intervalo de confianza que representa una medida del margen de error. Se dirá que el impacto de un proyecto es relevante si produce un cambio estimado en dichos flujos superior al 50% del intervalo de confianza. Si el cambio estimado fuera inferior a dicho umbral podrá asumirse que el proyecto es no estructural.

2. Clasificación según magnitud o tamaño de los proyectos

La clasificación se basa en que normalmente resulta posible establecer en forma muy temprana, en la etapa de idea, una primera aproximación al monto de inversión que implica el proyecto. Esta clasificación tiene relación principalmente con el esfuerzo que resulta razonable dedicar al análisis del proyecto en los aspectos de diseño, modelación y evaluación. Dado que no resulta posible definir en abstracto los umbrales a partir de los cuales se justifica el uso de las diversas herramientas de análisis.

A continuación quedan definidos términos importantes para comprender mejor el trabajo que se desarrollará:

Se define por aeropuerto al terreno llano provisto de un conjunto de pistas, instalaciones y servicios destinados al tráfico regular de aviones (Española, 2012).

Aeronave: aparato que se sustenta en el aire merced a reacciones que no sean las del mismo contra el suelo, compuesto básicamente de fuselaje y alas, que puede circular en el espacio aéreo y es apto para transportar personas o cosas (Wallingre and Toyos, 1998).

Área terminal: conjunto de edificios e instalaciones preparadas para recibir y brindar servicios a los pasajeros que llegan por tierra o aire (Marcos, 2008).

Demanda: tráfico que se prevé va utilizar las instalación aeroportuaria en un período de tiempo determinado (Tejada Anguiano, 2008).

Demanda turística: población de compradores con suficiente poder adquisitivo para obtener un servicio turístico que satisfaga su necesidad. Esta puede ser clasificada en diferentes categorías: histórica, potencial, local, efectiva, real, objetiva, agregada y futura (Wallingre and Toyos, 1998).

Operación aeroportuaria: acción y efecto de llevar a cabo las actividades de las cuales constan los procesos aeroportuarios de aeronaves, pasajeros, equipajes, y carga con arreglo a un plan (Marcos, 2008).

Pasajero: persona que pagó un pasaje para ser transportado en un vehículo con el consentimiento de la empresa, según las condiciones que estipule el contrato de transporte (Wallingre and Toyos, 1998).

Handling: conjunto de servicios a las aeronaves, pasajeros y mercancías, necesarios para el intercambio en el modo de transporte en un aeropuerto, desde el modo aéreo al terrestre y viceversa (Aena, 2011).

1.4 Formulación y evaluación de proyectos en aeropuertos

En la terminología definida por (Públicas and Social, 2014) el ciclo de vida de un proyecto incluye tres estados principales: Preinversión, Inversión y Operación. Cada uno de estos estados se divide en etapas. El estado de Preinversión considera cuatro etapas: Idea, Perfil, Pre-factibilidad y Factibilidad. El estado de Inversión contempla dos etapas: Diseño y Ejecución. El estado de Operación se compone de una sola etapa. Cada uno de los estados mencionados, así como las etapas fueron tratados con mayor profundidad en páginas anteriores.

En la literatura revisada no existen suficientes metodologías para Formular y Evaluar proyectos de infraestructura aeroportuaria; a continuación se presenta la secuencia de pasos a seguir que establece (Públicas and Social, 2014).

1. Generación de Proyectos.

2. Análisis en Etapa de Perfil.

- ❖ Necesidades.
- ❖ Diagnóstico.
- ❖ Demanda.
- ❖ Alternativas de solución técnica y diseño.
- ❖ Costos de inversión y mantenimiento.
- ❖ Evaluación.
- ❖ Impactos cualitativos.
- ❖ Resultado de la etapa.

3. Análisis en Etapa de Pre-factibilidad.

- ❖ Aspectos generales.
- ❖ Requerimientos metodológicos.
 - Necesidades.
 - Diagnóstico.
 - Demanda.
 - Alternativas de solución y diseño.
 - Costos de inversión y mantenimiento.
 - Evaluación.
 - Impactos cualitativos.
 - Resultado de la etapa.

4. Análisis de la etapa factibilidad.

- ❖ Aspectos generales.
- ❖ Requerimientos metodológicos.
 - Necesidades.
 - Diagnóstico.
 - Alternativas de solución y diseño.
 - Evaluación.
 - Resultado de la etapa.

En la siguiente figura se aprecia de forma esquemática la metodología antes descrita.

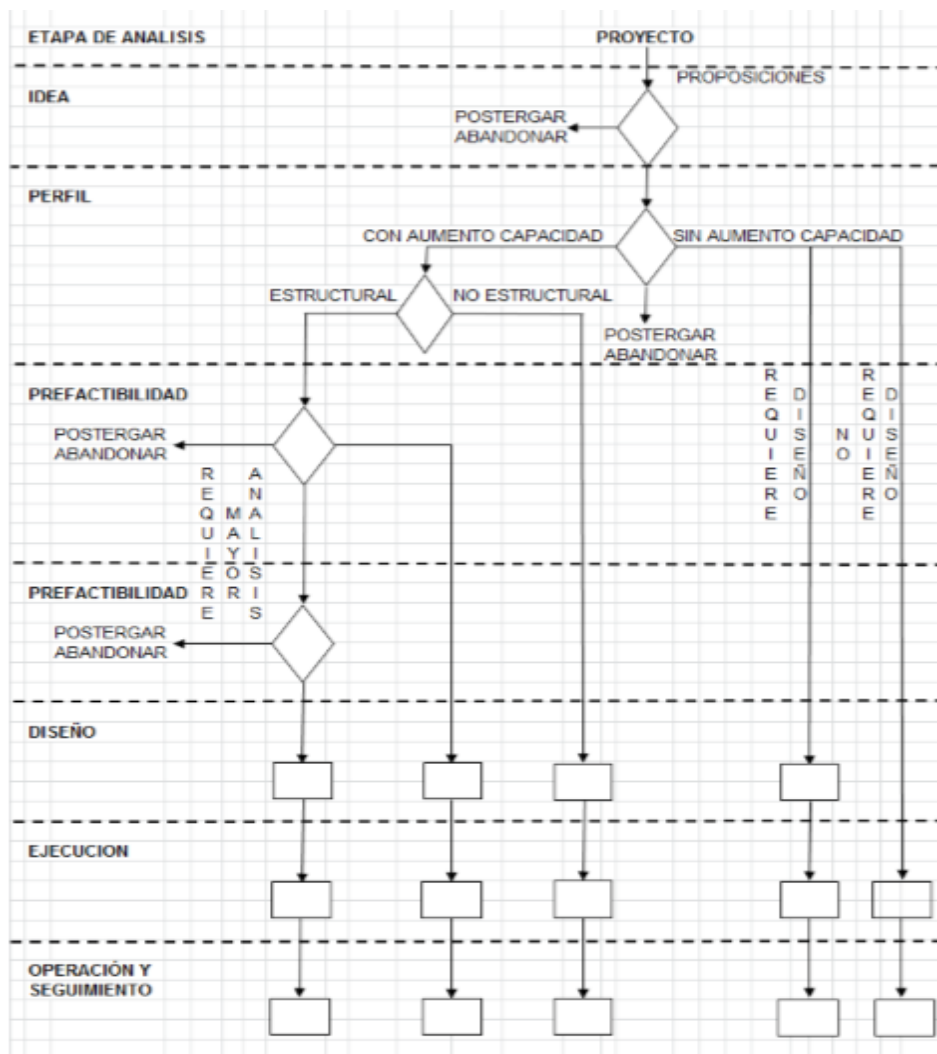


Figura 1.4: Secuencia metodológica general

Fuente: (Públicas and Social, 2014)

Es válido destacar que esta metodología no abarca todas las etapas de un proyecto: Inversión, Preinversión y Operación, como se pudo apreciar, se centra solamente en la etapa de Preinversión. La anterior metodología podrá ser empleada como mapa conceptual o guía metodológica para el desarrollo de la investigación. Sin embargo, no es posible resolver el problema de investigación planteado sólo con ella, pues muestra qué etapas seguir y qué hacer, pero no dice cómo.

Formulación y evaluación de proyectos en el aeropuerto internacional Abel Santamaría

Las decisiones de inversión ante un proyecto de ampliación de capacidad en el aeropuerto Abel Santamaría no se encuentran regidas en ningún proceder metodológico en la entidad, por lo que a la hora de decidir sobre temas de gran impacto como lo es un proyecto para aumentar la capacidad de dicho aeropuerto, suelen tener mucho peso las opiniones e ideas de personas de experiencia en la entidad, los fallos ocurridos como resultados de proyectos anteriores y en la mayoría de los casos sencillamente se opera bajo las decisiones del nivel superior, no contando con un procedimiento que permita una secuencia de desarrollo y los métodos más recomendados para la determinación de los principales aspectos a tener en cuenta en la formulación y evaluación de los proyectos de inversión.

1.5 Conclusiones parciales

Presentado y analizado el marco teórico se puede concluir que:

1. La mayoría de los autores que han abordado la definición de proyecto, coinciden en que se trata de una actividad que involucra recursos muy diversos y variados, para alcanzar objetivos definidos y que tienen carácter temporal, con un inicio y un fin bien delimitado.
2. En cada etapa del “Ciclo de proyecto” está presente el criterio de la evaluación de proyectos, que permite emitir un juicio sobre la conveniencia del proyecto, realizar ajustes en el diseño y ejecución de estos, facilitando el cumplimiento de las actividades programadas y el logro de los objetivos previstos.
3. No se encontró evidencia en la literatura de un fundamento metodológico que permitiera la formulación y evaluación de proyectos con aumento de capacidad en aeropuertos abarcando todas las etapas fundamentales del mismo y adecuado a las características y exigencias del sistema aeroportuario, por lo que el problema de investigación planteado se considera aún no resuelto.

Capítulo 2

CAPÍTULO 2. Procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría”

Introducción

La presente investigación se realizó en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría”, por presentar una situación compleja en cuanto a la capacidad de su instalación y no contar en estos momentos con ningún procedimiento que les permita formular y evaluar proyectos de ampliación de capacidad en la entidad, como pauta inicial de las posibles soluciones a la situación existente. En este capítulo se realizará la propuesta y desarrollo de un procedimiento que permita formular y evaluar proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría”.

2.1 Procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría Cuadrado”

Como una herramienta efectiva en el proceso de toma de decisiones se concibe y desarrolla el procedimiento reflejado en la figura 2.1. Se trata de una secuencia de tres etapas generales que implican a su vez un total de 9 pasos, que en su conjunto facilitan el proceso de formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría”.

Premisas

Constituyen premisas indispensables para la aplicación del procedimiento el compromiso de la organización a enfrentar un proceso de cambio que conduzca a lograr la máxima eficiencia y eficacia, reconociendo los errores cometidos, la determinación e interés de la dirección de aplicar y poner en práctica los elementos abordados en el procedimiento y la existencia de un mínimo de información confiable sobre la demanda, estados de los procesos de inversión y desarrollo de proyectos.

Objetivo

Su objetivo general es llevar a cabo el proceso de formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional “Abel Santamaría” de forma tal que permita el incremento de sus ingresos por ventas, evite las pérdidas por errores de proyección y permita un mejoramiento de los resultados generales del sistema aeroportuario a partir del manejo efectivo de los proyectos que se realizan.

Para su cumplimiento, el procedimiento contempla los elementos siguientes:

- Desarrollo de la ingeniería de proyectos.
- Evaluación financiera, económica, social y ambiental del proyecto.
- Conclusiones del proyecto.

Los principios básicos en los que se sustenta el procedimiento general propuesto son:

1. Mejora Continua: el procedimiento garantiza la retroalimentación sistemática para lograr una serie de cambios pequeños e incrementales, además de contribuir al desarrollo de la capacidad de aprendizaje de la organización.
2. Flexibilidad: el procedimiento tiene potencialidades para adaptarse con racionalidad, a los disímiles proyectos de ampliación de capacidad que se pudieran presentar en el aeropuerto, sin que se produzcan cambios significativos en su estructura, métodos y procedimientos de trabajo.
3. Integrador: considera la integración estratégica de las diferentes áreas funcionales del aeropuerto para acoplarse racionalmente a lo interno y con los elementos implicados del entorno donde se desempeña la organización.
4. Transparencia y parsimonia: la estructuración del procedimiento permite la rápida asimilación por parte de las personas que se inician en su explotación. Es sencillo, comprensible y práctico.
5. Participativo: este principio está presente, prácticamente, en todos los pasos del procedimiento, donde de una forma u otra, desde la alta dirección hasta los trabajadores, tienen algún nivel de participación, pues para el desarrollo del estudio es determinante la creación de equipos de trabajo que llevarán a cabo el proceso de selección y evaluación de indicadores.
6. Racionalidad: posibilidad de implementación con un presupuesto razonable, que conduce a la obtención de beneficios de diversa índole y valor para la entidad.
7. Coherencia y pertinencia: la posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado en todos los aeropuertos del país y de ser coherente con los planes de desarrollo económico-social de la nación.
8. Sistemática: permite el control y vigilancia sistemática sobre el proceso de mejora y evolución de la gestión de los intangibles en la empresa, facilita, a su vez, un proceso de retroalimentación efectivo que constituye la base para la mejora del sistema.
9. Consistencia lógica: a partir de su estructura, secuencia lógica, interrelación de aspectos y coherencia interna.

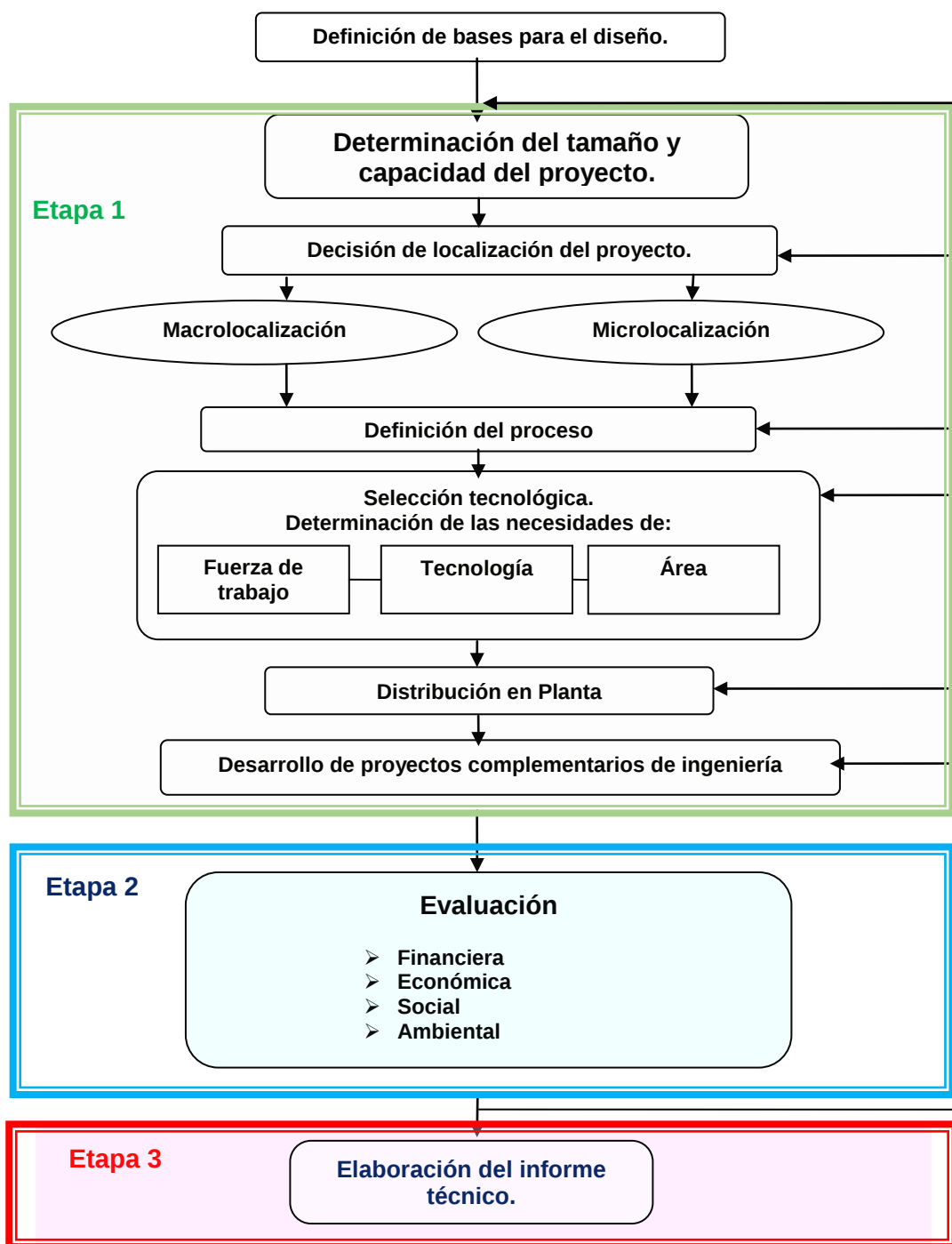


Figura 2.1: Procedimiento para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto internacional Abel Santamaría

Fuente: Elaboración propia

2.1.1 Descripción del procedimiento confeccionado

El procedimiento parte de una “definición de bases para el diseño” que consiste en un análisis de los resultados de un estudio de mercado y el establecimiento de un cronograma de ejecución.

Paso 1 Definición de bases para el diseño

Análisis de los resultados de un estudio de mercado

En este análisis se precisarán cuáles fueron los resultados significativos del estudio de mercado desde la existencia de una demanda real, volumen y periodicidad, en un lugar y tiempo determinados hasta la estrategia comercial más próxima a la realidad donde deberá situarse el proyecto una vez implementado.

Establecer cronograma de ejecución

Resulta imprescindible para el correcto funcionamiento del proyecto establecer un cronograma luego de conocerse las acciones que se efectuarán durante el desarrollo del proyecto, en el mismo debe quedar claramente reflejado: la actividad a desarrollar con su correspondiente responsable, los recursos a utilizar, el lugar apropiado y la fecha de inicio y terminación. Una correcta planificación contribuye al logro de prósperos resultados del proyecto.

Etapa 1. Desarrollo de la Ingeniería de proyectos

Objetivo: definir aspectos esenciales para el proyecto como son: su tamaño y capacidad, localización, definición del proceso, tecnologías, necesidades de máquinas, fuerza de trabajo, áreas y distribución en planta.

Paso 2 Determinación del tamaño y capacidad del proyecto

El tamaño del proyecto se debe entender como la capacidad de producción de bienes y servicios en un período de tiempo determinado o de referencia (Baca Urbina, 1998). El análisis de tamaño de un proyecto tiene el propósito de dimensionar la capacidad efectiva de producción o servicios su nivel de uso, al inicio del proyecto y durante su operación (Portocarrero Argüello *et al.*, 2011).

Es importante dimensionar la capacidad con la que debe iniciar el proyecto (capacidad instalada) para ello se deben tener en cuenta la demanda insatisfecha inicial y la dinámica evolución de la demanda futura con el propósito de que no ocurran situaciones indeseables: tamaños insuficientes en momentos en el que aún el proyecto está iniciando y sobredimensionamientos anticipados.

Los aeropuertos son infraestructuras con características complejas, debido a que están configurados por una serie de subsistemas altamente conectados entre sí. Estos subsistemas atienden a las distintas funciones que deben realizarse en la infraestructura aeroportuaria: (1) aterrizajes y despegues de aviones, (2) movimiento de viajeros y equipajes a través del aeropuerto, (3) acceso de vehículos por carretera (coches, taxis, autobuses), (4) conexión con las redes de infraestructuras de otros modos de transporte (metro, tren) que existe en algunos aeropuertos.

La figura 2.2 representa sintéticamente la complejidad de un sistema aeroportuario completo:

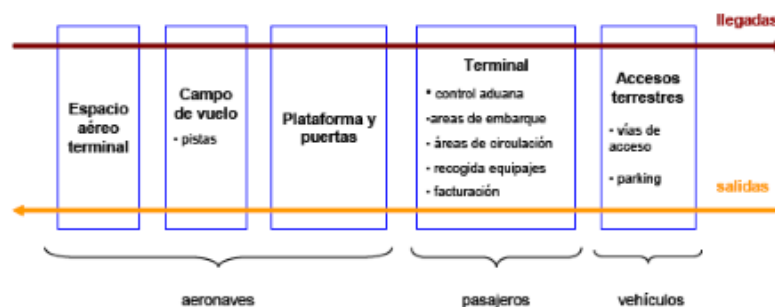


Figura 2.2: Subsistemas aeroportuarios

Fuente: (Nombela, 2009)

Al igual que sucede en todos los sistemas que están integrados por subsistemas altamente interrelacionados, la capacidad del conjunto la va a determinar aquel subsistema que presente un menor nivel de capacidad. En el caso de los aeropuertos, generalmente la parte de la infraestructura que va a sufrir mayores problemas de uso intensivo, y por tanto es potencialmente la mayor generadora de problemas de congestión, es el campo de vuelo y las pistas de aterrizaje.

Acomodar un exceso de demanda es más sencillo en estas últimas infraestructuras que en las del lado aeronáutico, por ello las pistas de aterrizaje son habitualmente el principal cuello de botella en los aeropuertos.

Existen varios factores que determinan el tamaño de un proyecto, afectados por variables como la demanda, la disponibilidad de insumos, la localización y el plan de desarrollo futuro.

Entre estos factores se pueden señalar:

1. Demanda insatisfecha (Población afectada).
2. Financiamiento y costo.
3. Tecnología.

4. Disponibilidad de insumos.
5. Estacionalidades y fluctuaciones.
6. Normas reguladoras y espacio.
7. Cobertura institucional.
8. Impacto ambiental y los niveles de riesgo.
9. Valoración del riesgo.

Generalmente el principal factor que se tiene en cuenta para el dimensionamiento del proyecto es la demanda insatisfecha establecida en el estudio de mercado. El principal factor restrictivo son los recursos disponibles. De ahí la importancia de tomar decisiones racionales en la determinación de la capacidad instalada. En dependencia del comportamiento del mercado pueden presentarse diferentes situaciones de tamaño:

1. Demanda menor que la capacidad a instalar.
2. Demanda sea igual a la capacidad mínima a instalar.
3. Demanda mayor a la capacidad máxima a instalar.

Cada una de estas situaciones requiere un tratamiento decisional, teniendo en cuenta las causas que provocan cada una de ellas y las implicaciones que podría traer al proyecto.

La capacidad de un aeropuerto depende de varios factores, como la disposición física del aeródromo, el sistema de control del tránsito aéreo y su gestión, el tipo y mezcla de aeronaves, el tráfico de punta, las condiciones meteorológicas, consideraciones ambientales, etc. Algunos de estos factores pueden evaluarse con precisión mientras que otros son específicos del lugar, muy difíciles de cuantificar y experimentan cambios rápidos.

Dimensionamiento de la capacidad instalada

Para medir de forma precisa la operativa de aeropuertos concretos y su capacidad, existen modelos altamente sofisticados (SIMMOD, TAAM, o el modelo PICAP desarrollado en España por AENA), pero que requieren de un elevado volumen de información sobre aspectos técnicos, lo cual les hace poco útiles para el nivel estratégico de planificación de inversiones.

Una herramienta más útil a nivel de planificación es un manual desarrollado por la Asociación Internacional de transporte Áereo (IATA), que constituye una referencia internacional en el sector aeroportuario – Airport Development Reference Manual (IATA, 2004), en adelante ADRM y que es utilizado de forma generalizada en todo el mundo para

calcular la capacidad aproximada de distintos elementos de un aeropuerto y su nivel óptimo de uso.

A partir de la experiencia internacional, en el manual ADRM se presenta de forma muy detallada una serie de parámetros que permiten evaluar la capacidad de los elementos que componen la infraestructura aeroportuaria.

La comparación de la capacidad estimada con la demanda existente permite asignar a cada elemento del aeropuerto un nivel de calidad con el que se prestan los servicios. La metodología de IATA se basa en definir seis categorías de calidad válidas para todos los sistemas (identificadas con las letras A-F), con las que se miden de forma estándar todos los subsistemas de un aeropuerto. Las categorías de IATA se encuentran en la tabla siguiente.

Tabla 2.1: Niveles de calidad IATA para los subsistemas aeroportuarios

Nivel A	Excelente nivel de servicio y de confort Ningún retraso	Flujos fáciles
Nivel B	Alto nivel de servicio y de confort Pocos retrasos	Flujos aceptables
Nivel C	Buen nivel de servicio y de confort Retrasos	Flujos aceptables
Nivel D	Adecuado nivel de servicio y de confort Retrasos aceptables en periodos de tiempo cortos	Flujos inestables
Nivel E	Inadecuado nivel de servicio y de confort Retrasos inaceptables	Flujos inestables
Nivel F	Inaceptable	Inaceptable

Fuente: (IATA, 2004)

Para determinar la capacidad global disponible en un aeropuerto se debe tener en cuenta los tres elementos claves que forman parte de la definición de la capacidad de un aeropuerto:

- Pista de vuelo: operaciones/hora.
- Plataforma: rotación de aeronaves en las posiciones de estacionamiento (operaciones/hora).
- Edificio terminal: pasajeros/hora.

Al evaluar un sistema formado por distintos subsistemas interrelacionados, la capacidad global la determina finalmente el subsistema más débil. Es decir, un aeropuerto con una capacidad "N" en la pista de vuelos podría presentar un problema de capacidad si su edificio terminal no tiene la dimensión adecuada para poder procesar en condiciones adecuadas de

calidad el volumen de pasajeros "P" que viaja en ese número de aeronaves. Si la capacidad de pista y terminal no están bien coordinadas, podría suceder que en períodos punta el número máximo de operaciones realizables "N" no lo determinase la capacidad de la pista, sino el volumen máximo de pasajeros por hora que pueden procesarse.

$$N'(P') < N \quad (2.1)$$

Existen una serie de métodos para determinar el tamaño de la plataforma, la pista de aterrizaje y del área terminal una relación de ellos serán expuestos a continuación:

Determinación de la capacidad de la pista

Para el cálculo de la capacidad de una pista de vuelo existen diferentes métodos, que tienen todos en cuenta la configuración física del aeropuerto (número de pistas, posición de las mismas, tipo de utilización). Los métodos de cálculo teóricos se basan en la teoría de colas, y simulación, utilizando funciones de densidad concretas como por ejemplo la de Poisson. A partir de estas funciones y de los requerimientos aeronáuticos de separación mínima entre aeronaves, se calculan tiempos de utilización de la pista y a partir de ellos se determina la capacidad de la misma.

De acuerdo con la metodología de la Federal Aviation Administration (FAA), hay tres factores fundamentales que influyen en la capacidad de una pista: la composición de tamaños de las aeronaves que la utilizan, el porcentaje de aterrizajes, y si las operaciones se realizan con ayudas de tipo visual (VFR, visual flight rules) o instrumental (IFR, instrumental flight rules).

Para tener en cuenta la composición de tamaños de los aviones que utilizan una pista, dado que ésta tiene una influencia determinante sobre su capacidad, la FAA clasifica los tipos de aeronaves en cinco grupos:

- A Aviones <15 m de envergadura.
- B Aviones de 15 m a 24 m (Jetstream 41, Shorts 330).
- C Aviones de 24 m a 36 m (B737, MD80, A320).
- D Aviones de 36m a 52 m (B757, B767, A310, MD11).
- E Aviones > 52 m (B747, A340).

Los aviones más relevantes de cara a la determinación de la capacidad son los medianos y grandes, por lo que se construye un índice de composición (mix index) definido como:

$$i = B + C + D + 3 * E \quad (2.2)$$

Siendo: B, C, D y E los porcentajes de operaciones realizadas por aeronaves de las correspondientes categorías.

El otro factor determinante de la capacidad de una pista es el porcentaje de operaciones de aterrizaje y despegue (en el caso de pistas que combinen ambos tipos de movimientos).

Los aterrizajes tienen siempre preferencia sobre los despegues, y requieren de una mayor coordinación entre los movimientos, ya que se requiere una separación mínima entre dos operaciones que varía según el tipo de aeronaves utilizadas. Si la mayor parte de aviones son del mismo tipo, las entradas se producen de forma más fluida, mientras que si tienen que alternarse los aterrizajes de aviones grandes y pequeños, la separación entre aeronaves debe ser mayor porque las turbulencias generadas por un avión grande desestabilizan más a los aviones pequeños.

A partir del índice de composición de aeronaves i , del número y configuración de las pistas, y del porcentaje de aterrizajes/despegues, se establece la capacidad de cada pista, que también depende de que las operaciones se realicen con ayuda instrumental (IFR) o visual (VFR).

Otro método también desarrollado por la FAA que permite un cálculo aproximado de la capacidad de una pista utilizada principalmente para movimientos de llegadas se basa en el análisis de separación mínima entre aeronaves en la fase de aterrizaje. Dado que existen distancias mínimas de separación entre aviones, y que las velocidades de las aeronaves varían notablemente entre sí, es posible calcular los tiempos necesarios para realizar operaciones consecutivas entre dos tipos de aeronaves para que éstas mantengan una adecuada separación.

Si se dispone de un vector de probabilidades sobre la composición de los movimientos, se puede estimar de forma aproximada cuántos movimientos/hora admitirá la pista. Los parámetros necesarios para esta estimación son los siguientes:

- Velocidades de los distintos tipos de aviones, agrupados en las clases (A, B, C, D, E) anteriormente definidas: V_A , V_B , V_C , V_D , V_E .
- Longitud del tramo de aproximación final entre el portal de la senda de aterrizaje y el umbral de pista: L .
- Distancia mínima de separación entre aeronaves: D .
- Tiempo mínimo de separación entre aeronaves: t . Esta es la variable endógena que se necesita determinar para evaluar la capacidad de la pista.

El siguiente gráfico ilustra la relación entre los parámetros:

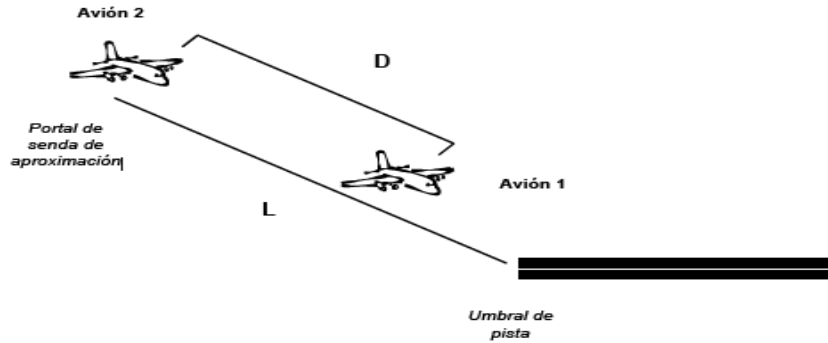


Figura 2.3: Relación entre los parámetros necesarios para estimar los movimientos/hora que admite la pista

Fuente: (Nombela, 2009)

Dado que la velocidad del avión que ya está realizando la maniobra dentro de la senda de aproximación (Avión 1) puede ser mayor o menor que la del avión que llega al portal de dicha senda (Avión 2), tenemos que analizar dos posibles casos:

- a) $V_1 \geq V_2$: en este caso, el primer avión es más rápido que el segundo, luego para calcular el tiempo mínimo de separación entre aeronaves dentro de la senda de aproximación, basta tener en cuenta su propia velocidad. Dicho tiempo mínimo de separación será entonces:

$$t = \frac{D}{V_1} \quad (2.3)$$

- b) $V_1 < V_2$: si el segundo avión es más rápido, hay que ampliar el tiempo mínimo de separación para garantizar que en el tramo L ambos aviones mantengan siempre la distancia mínima D. El tiempo de separación es entonces:

$$t = \frac{D}{V_1} + L * \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) \quad (2.4)$$

Una vez calculados los tiempos mínimos de separación para cada posible par de aviones de tipos i y j (t_{ij}), y dadas las probabilidades de que cada tipo de aeronave realice operaciones de aterrizaje (p_i , p_j), el tiempo mínimo medio esperable entre dos movimientos consecutivos será:

$$t^* = \sum_{ij} P_i P_j t_{ij} \quad (2.5)$$

Y, finalmente, la capacidad horaria máxima de la pista (C), definida en términos de operaciones/hora, vendrá dada por el inverso de ese tiempo mínimo medio:

$$C = \frac{1}{t^*} \quad (2.6)$$

Un ejemplo numérico que ilustra este método del cálculo de capacidad basado en la separación entre aeronaves se muestra en el anexo 6.

Determinación de la capacidad de plataforma

La dimensión de la plataforma de un aeropuerto debe establecerse en relación a un volumen de demanda de referencia que debe corresponderse con los periodos punta de actividad del aeropuerto. Existen tres variables fundamentales para determinar la capacidad de estacionamiento de un aeropuerto:

- Volumen de aviones que aterrizan en una determinada hora punta: $\lambda(t)$.
- Tiempo de ocupación de una posición (T). Este tiempo depende de varios factores, como son los tamaños de los aviones y los tipos de escala (terminal, tránsito doméstico, tránsito internacional). Las empresas fabricantes de aviones proporcionan referencias aproximadas de estos tiempos, si bien la práctica señala que son generalmente optimistas.
- Tiempo entre dos ocupaciones consecutivas (S). Los valores de tiempos intermedios entre dos ocupaciones son muy inferiores al tiempo de ocupación (aproximadamente, una décima parte). Este tiempo varía según las calles de rodadura existentes en el aeropuerto, la configuración de la plataforma, y las técnicas de salida de aeronaves de la posición.

A efectos de planificación, considerando un conjunto de posiciones de un mismo tipo j capaces de atender aeronaves de una determinada categoría, el número de puestos de estacionamiento N_j necesarios para atender la demanda máxima de esos aviones vendría dado por:

$$N_j = \lambda_j(t) * (T + S) \quad (2.7)$$

Alternativamente, esta expresión es útil para identificar (para un aeropuerto que dispone de N_j posiciones de estacionamiento para aeronaves de tipo j) cuál sería el flujo máximo de operaciones/hora que podría admitir para que ese tipo de aviones tuviera espacio para estacionar adecuadamente y disponer de servicios de abastecimiento, repostaje, limpieza, etc (Nombela, 2009).

Determinación de la capacidad de la terminal

El cálculo de la capacidad óptima de un edificio terminal se basa en la provisión de los niveles de calidad fijados por IATA, que se muestran en la tabla 2.2. A modo de ejemplo, para calcular la dimensión del área de llegadas de un aeropuerto, de acuerdo con el nivel de

calidad que se quiera proporcionar, la metodología de IATA se apoya en las siguientes variables relevantes:

SPP: Espacio disponible por persona, de acuerdo a los niveles de calidad A-F.

PHP: Número de pasajeros en hora punta.

AOP: Tiempo medio de ocupación del vestíbulo de llegadas por los pasajeros.

AOV: Tiempo medio de ocupación por acompañante del pasajero.

VPP: Número de acompañantes por pasajero.

Tabla 2.2: Superficie por usuario para diferentes servicios del área terminal (m²)

SUBSISTEMAS	NIVELES DE CALIDAD					
	A	B	C	D	E	F
Facturación	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	C
Áreas de circulación	2,7	2,3	1,9	1,5	1,0	O
Salas de embarque	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	L
Recogida de equipaje	2,0	1,8	1,8	1,4	1,2	A
Controles (aduanas, otros)	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	P
						S
						O

Fuente:(IATA, 2004)

Paso 3 Decisión de localización del proyecto

El proyecto propuesto deberá señalar la localización más conveniente para garantizar la calidad, la cobertura y la eficiencia del servicio y el menor nivel de exposición a amenazas socio-naturales. La decisión de localización en muchos casos influye directamente en el éxito que pueda tener un proyecto, una desacertada decisión de ubicación puede conllevar a un fracaso del mismo. Existen proyectos en los que su factibilidad físico-técnica y su viabilidad económico-financiera son altamente dependientes de la localización.

Hay casos en los que la localización está predeterminada, como por ejemplo un sistema de alcantarillado, pues desde la misma identificación del problema ya se sabe que la localización de las redes de captación será en el punto donde está la necesidad. No así las decisiones de ubicación de la planta de tratamiento de las aguas servidas, o del punto donde serán vertidas al cuerpo de agua receptor, las cuales dependerán del análisis de varios factores técnico-ambientales y económicos. En la medida en que estas consideraciones marquen alternativas con diferencias significativas, estos análisis, así sea de primera aproximación, deben incluirse en la etapa de perfil, para afinarse en etapa posterior, bien sea de factibilidad o estudio definitivo (Públicas and Social, 2014).

El estudio de localización consta de dos etapas: la macrolocalización y la microlocalización. La macrolocalización permite acotar el número de soluciones posibles, determinando la región óptima. La microlocalización determina el emplazamiento definitivo del proyecto, partiendo de la región determinada en la macrolocalización. Así la macrolocalización considera muchos factores distintos a los utilizados en la microlocalización (ejemplo, políticas impositivas, clima).

La localización generalmente se determina en paralelo al estudio de ingeniería. Sin embargo, existen casos en los cuales el mercado se circunscribe a la localización, por lo cual la misma se deberá determinar en paralelo al estudio de mercado.

La secuencia de las decisiones de localización debe seguir el esquema de la figura que se muestra a continuación:

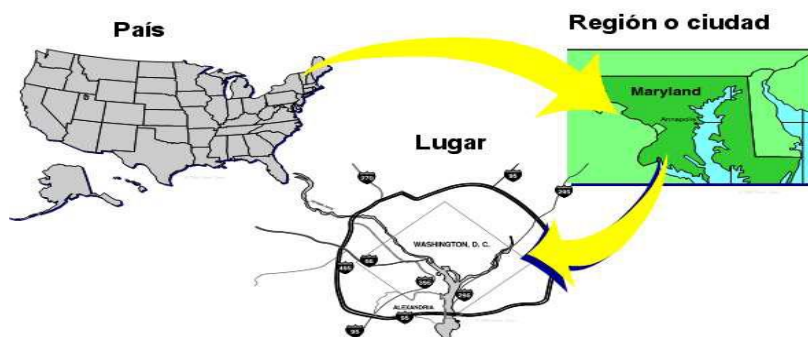


Figura 2.4: Secuencia de las decisiones de localización.

Fuente:(Corzo, 1997)

Con la decisión de localización se debe dar respuesta a una serie de preguntas como: cuánta capacidad se necesita, cuándo se necesita la capacidad y dónde debe ser localizada esta.

Ejemplos de causas que originan problemas de localización se pueden ver en el anexo 7.

Los problemas de localización pueden ser clasificados de cuatro maneras diferentes:

- De manufactura o servicio.
- De espacio continuo o discreto.
- De una o múltiples instalaciones.
- Con o sin interacción.

Existen tres tipos de alternativas de localización independientemente de las razones que conlleven a la toma de decisiones luego de conocerse las distintas causas que generan problemas de localización, las mismas se pueden apreciar en el anexo 8.

Las decisiones de la localización de los servicios se centran en los ingresos, ya que los costos varían poco de unas áreas de mercado a otras. La localización es considerada un factor de ingreso clave, pues afecta al contacto con los clientes y al volumen de negocio.

En general las decisiones de localización son a largo plazo, difícil de dar marcha atrás y afectan a los costos fijos y variables.

Algunas consideraciones sobre los métodos de evaluación de las alternativas de localización. Clasificación de los mismos

La variedad de factores involucrados en el análisis de la localización, unido al hecho de que el número de emplazamientos alternativos puede ser teóricamente ilimitado, permite afirmar que no existe un único método universalmente válido para tomar este tipo de decisiones. Las decisiones de localización son difícilmente optimizables, por lo que las soluciones posibles sólo podrán catalogarse de satisfactorias.

Hay que recordar, además, que las decisiones de localización son de largo plazo y que se basan en estimaciones y previsiones que, por extenderse en un horizonte temporal de varios años, se hacen más imprecisas. Esto quiere decir que deberán tenerse presente, no sólo las condiciones actuales en cada posible ubicación, sino también sus previsibles evoluciones a medio y largo plazo, lo cual convierte la cuestión en un problema de naturaleza dinámica, es decir, una buena localización para hoy puede no serlo en el futuro. Por lo que se refiere a las técnicas disponibles, existe un área de investigación denominada teoría de la localización que ha creado infinidad de métodos analíticos cuyas aplicaciones se extienden más allá de la administración de empresas (arquitectura, ingeniería, urbanismo, etc.) lo cual la convierte en un área pluridisciplinaria. Una posible clasificación de los distintos métodos puede hacerse en función de la naturaleza de las técnicas utilizada en el análisis de la localización. De acuerdo con ello, es frecuente distinguir tres tipos de métodos: exactos, heurísticos y de simulación, aunque pueden existir otras clasificaciones. Son utilizados también cinco criterios para clasificar el método de localización:

- Factor dominante.
- Número de instalaciones.
- Número de alternativas.
- Nivel de agregación geográfica.
- Horizonte temporal.

Métodos empleados para la localización de instalaciones se presentan en la tabla 2.3.

Tabla 2.3: Métodos empleados para la localización de instalaciones

Métodos cuantitativos	• Método de los factores ponderados. • Método combinex. • Método analítico de jerarquías. • Análisis del punto muerto de localización. • Método del centro de gravedad. • La técnica electra.
Métodos cualitativos	• De la macro a la microlocalización. • Superposición de Mapas.

Fuente: Elaboración propia

Los métodos cualitativos son los que más se ajustan a proyectos de ampliación de capacidad en aeropuertos, específicamente el de superposición de mapas el cual se describe a continuación:

Método de Superposición de Mapas

El método consiste en contrastar espacialmente la oferta con la demanda. Se toma el mapa de demanda (ubicación o concentración de la población consumidora o beneficiaria) y sobre él se coloca el mapa de distribución de los centros de oferta con sus radios de cobertura. Esta superposición, al hacer visible de manera directa la correspondencia geográfica entre Oferta y Demanda, permite identificar vacíos de atención (donde existen demandas sin cubrir), los cuales ofrecen opciones para localizar el proyecto.



Figura 2.5. Ejemplo de aplicación del método de Superposición de Mapas.

Fuente: (Públicas and Social, 2014)

Paso 4 Definición del proceso

El aeropuerto Internacional Abel Santamaría se dedica a la prestación de servicios a la gran variedad de clientes que en un momento dado puedan existir, es por ello que mediante la participación de cierta tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación) se hace el máximo esfuerzo en garantizar el cumplimiento de la demanda que ha alcanzado un ascenso en los últimos años.

Una vez que se ha definido el servicio es necesario definir el proceso de prestación del mismo.

- Prestación de un solo servicio.
- Prestación de varios servicios.
- Prestación en línea de servicios relacionados.

Existen un conjunto de herramientas que son empleadas para el diseño de los procesos en los aeropuertos, entre ellas:

- Gráficos de procesos.
- Diagramas de flujo.

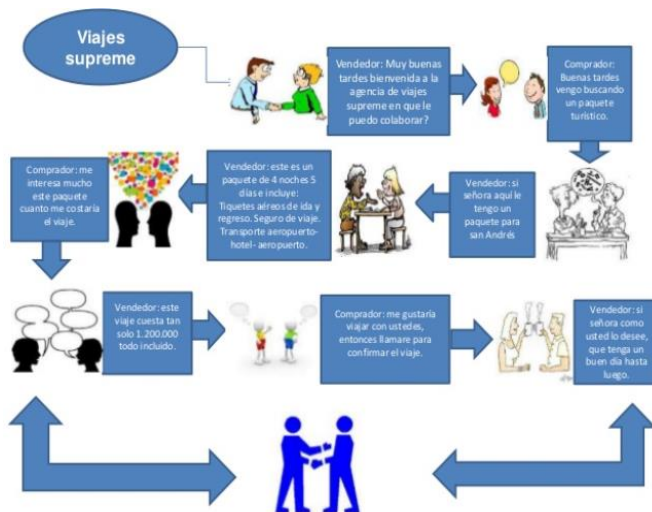


Figura 2.6: Diagrama de flujo

Fuente: (slideshare.net, 2015)

- Mapas en función del tiempo o mapas de procesos.

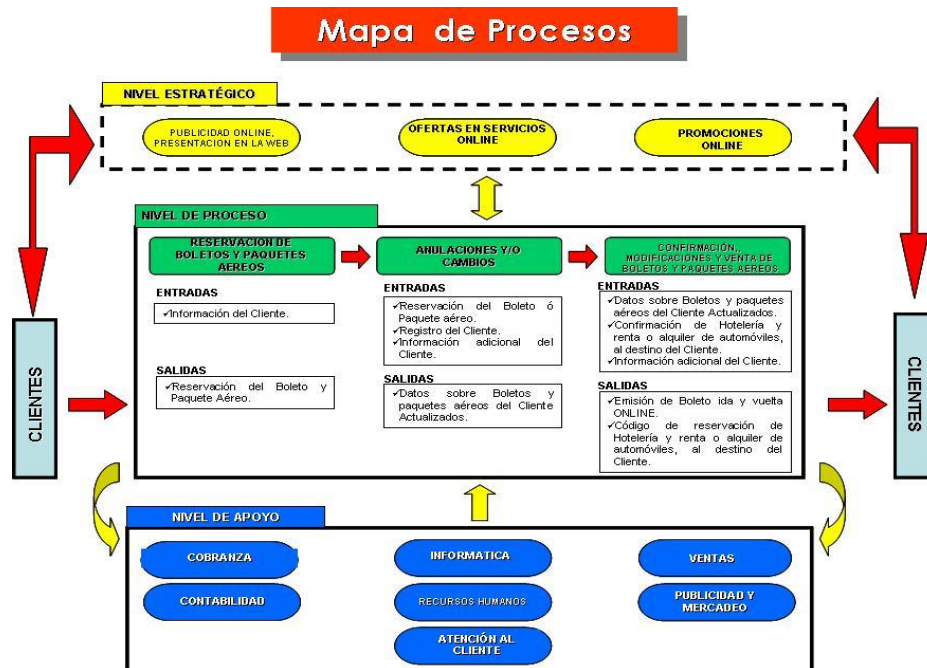


Figura 2.7: Mapa de procesos en un aeropuerto

Fuente: (reduran, 2001)

La operación en tierra de un aeropuerto es el centro neurálgico de su funcionamiento. Consta de los cuatro procesos siguientes:

El proceso de aeronaves comienza cuando una aeronave aterriza, continúa cuando se estaciona en la plataforma para proceder a su servicio, mantenimiento y desembarque-embarque de pasajeros, equipajes y carga, y termina cuando despegue.

El proceso de pasajeros diferencia entre salida, llegada y tránsito. La salida empieza con el acceso del pasajero al aeropuerto, prosigue con su paso por el edificio terminal y finaliza con su embarque en el avión. El proceso de llegada es el inverso, es decir: se inicia con el desembarque, sigue con el paso por el edificio terminal y termina cuando el pasajero abandona el aeropuerto. El proceso de pasajeros en tránsito comienza cuando el pasajero desembarca en el avión y se dirige al terminal, y acaba cuando embarca en el mismo o en otro avión.

El proceso de equipajes en salida va desde la facturación hasta su carga en la aeronave, y en llegada desde la descarga hasta su recogida por el pasajero. También se incluye en el proceso el equipaje en tránsito.

El proceso de carga comprende desde la entrada de la mercancía en el aeropuerto hasta su salida, incluyendo todo el manejo intermedio y la tramitación administrativa (Aena, 2008) .

Determinación del tiempo de trabajo en los procesos aeroportuarios

El número de operaciones/hora es la medida principal de la capacidad aeroportuaria. Los tiempos de los procesos están en constante variación porque dependen de la cantidad de aviones que arriban y despegan en la pista. Una relación de los distintos tiempos que se pueden presentar, se mencionan a continuación:

- a) Tiempo de ocupación de pista durante el aterrizaje: será contado a partir del punto en que la aeronave cruza el umbral hasta el momento en que haya abandonado la pista.
- b) Tiempo de ocupación de pista durante el despegue: será contado desde el momento en que la aeronave abandona el punto de espera hasta el cruce del umbral opuesto.
- c) Tiempo de vuelo en la aproximación final: será contado a partir del momento que la aeronave cruza el marcador externo hasta el momento en que cruce el umbral de la pista o a partir del momento en que la torre de control de vuelo no autorizará a ninguna aeronave a ingresar en la pista para despegar (Franklin Gouveia, 2011).
- d) Tiempos de espera en los procesos de control de seguridad y pasaportes: será contado a partir de que los clientes se presenten a realizar la facturación luego de ser informados dos horas antes de la salida del vuelo, cuando se trate de aviones de pequeño porte, dos horas y treinta minutos antes para aviones de mediano porte y tres horas antes para los aviones de gran porte. Este tiempo varía en dependencia de la cantidad de personas que hayan para viajar y de la cantidad de mostradores disponibles para realizar este proceso y culmina cuando a todos los clientes se les haya realizado el proceso.
- e) Tiempos de entrega del equipaje en destino: este tiempo será contado a partir de que se comience a realizar el chequeo y pesaje de los equipajes hasta que sea entregado a cada cliente.

Para poder medir el desempeño en los diversos procesos aeroportuarios y apoyar así la adopción de acciones de mejora, se controlan varios parámetros:

- tiempos de espera en los procesos de control de seguridad y pasaportes;
- tiempos de entrega del equipaje en destino;
- disponibilidad de infraestructuras aeroportuarias (pista, stands, equipos de apoyo a la movilidad, entre otros) (ANA, 2014).

Paso 5 Selección tecnológica. Determinación de las necesidades de: máquinas, fuerza de trabajo y área

Unido al diseño del proceso para la prestación del servicio, se seleccionan los tipos de máquinas, equipos y puestos de trabajo en general, que serán los encargados de realizar las operaciones o pasos de trabajo que este comprende y cuya cantidad o necesidades depende de la relación existente entre los gastos de trabajo necesario para la producción considerada y su capacidad de trabajo.

Cálculo de las necesidades de fuerza de trabajo

Cuando se lleva a cabo un proyecto de ampliación de capacidad en un aeropuerto se impone determinar las necesidades de fuerza de trabajo y para ello se precisa realizar un pronóstico de la demanda, el cual propiciará que se conozca el día de mayor cantidad de arribos en el período analizado así como la cantidad de aeronaves en el día, se tendrá en cuenta también las operaciones que serán estudiadas y se representarán en diagramas de flujo OTIDA, se determinará la carga de trabajo del cargo a estudiar que incluirá el cálculo del coeficiente de simultaneidad por operación y su correspondiente ajuste, la obtención de los tiempos de trabajo por cada actividad y por último se hallará matemáticamente la carga de trabajo del cargo a estudiar, seguidamente se obtendrá la capacidad unitaria del cargo a estudiar y la plantilla necesaria por cargos. Cada una de las instrucciones mencionadas están explicadas minuciosamente en el anexo 9.

Cálculo de las necesidades de área

La magnitud del área que abarca una instalación de infraestructura aeroportuaria influye no solo en los costos de inversión de la organización, sino también, en gran medida en los costos del servicio que se presta. Es por ello que el proyectista tiene que determinar con la mayor exactitud posible cada porción de área, como se muestra en la figura 2.8.

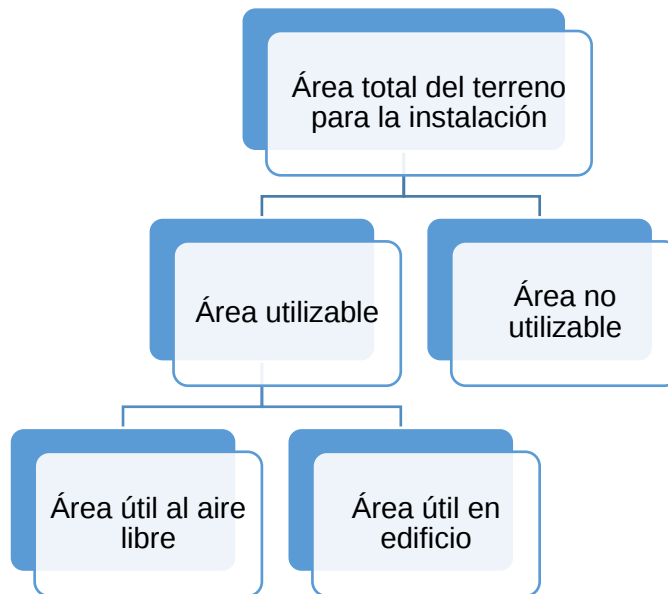


Figura: 2.8 Áreas en una instalación

Fuente: Elaboración propia

De manera general existen un conjunto de métodos que se pueden emplear con el propósito de determinar el área de cualquier instalación.

1. Cálculo de las necesidades de área, utilizando índices sumarios.
2. Cálculo de las necesidades de área, utilizando factores de área como suplemento sobre el área básica de las máquinas y equipos.
3. Cálculo de las necesidades de área utilizando valores directrices en forma de función de regresión.
4. Determinación de las necesidades de área, utilizando modelos a escala.

Determinación de la tecnología

Cuando se realiza un proyecto de ampliación de capacidad trae aparejado que exista una variación en la tecnología del aeropuerto, la misma va a depender de la magnitud de la ampliación que se decida realizar es por ello que se deben determinar para este nuevo escenario la necesidad de:

- Estudiar la posibilidad de incorporar nueva tecnología que coadyuve al fortalecimiento de la estrategia competitiva de la empresa (telecomunicaciones, microelectrónica, informática, automatización industrial, biotecnología, nuevos materiales, etc.).
- Identificar las oportunidades y los riesgos que se derivan del uso de nuevas tecnologías (evaluación de tecnologías) con enfoque prospectivo.

- Sugerir procedimientos para desarrollar capacidades gerenciales de planificación, desarrollo, transferencia, negociación, implantación, adecuación y adaptación de tecnologías innovadoras dentro de la nueva organización.
- Prever en todos los ámbitos de la empresa el impacto de la utilización o no de nuevas tecnologías disponibles.

Las aplicaciones **tecnológicas** no se restringen solamente a sofisticados dispositivos electrónicos y mecánicos, como los ahora utilizados para la navegación aérea, vigilancia, comunicaciones, y otro conjunto de aplicaciones pueden ser:

- Tecnología de las aeronaves
- Diseño de terminales.
- Automatización de la asignación de salas de abordaje.
- Incremento en la velocidad del procesamiento de pasajeros en la terminal.

Para ello, la IATA ha concentrado sus esfuerzos en la aplicación de varias iniciativas; cuatro de las cuales también benefician la capacidad operativa de los aeropuertos: el boleto electrónico (ET, Electronic-ticketing); el pase de abordaje mediante código de barras (BCBP, Bar Coded Boarding Pass); los kioscos de autoservicio de uso común (CUSS, Common Use Self-Service); y la identificación por radiofrecuencia del equipaje (Radio Frequency Identification, RFID).

- Modelación y simulación computacional (como una parte importante de la aplicación de innovaciones tecnológicas, ha tenido un gran reconocimiento el desarrollo y empleo de modelos computacionales, para evaluar los niveles prevalecientes de servicio y las posibles opciones para reducir la congestión).
- Torre de control de vuelo (TWR).
- Tecnología aplicada en la protección contra incendio.
- Comunicaciones y Tecnologías de la Información.

Paso 6 Distribución en planta

Han sido varias las definiciones que sobre este tema han abordado prestigiosos autores como: (Company, 1947), (Mallick and Gaudreau, 1951), (Muther and Richard, 1970), (Dilworth, 1989), (Domínguez Machuca et al., 1995), (Richard B et al., 2006) en la presente investigación se seguirá la definición dada por (Tompkins and White, 1984):

“En el campo de selección del ordenamiento más efectivo de facilidades físicas para permitir la mayor eficiencia en la combinación de recursos para obtener un producto o servicio. Se

aplica a la selección del ordenamiento de facilidades físicas, no sólo de plantas industriales, sino también de oficinas, hospitales, aeropuertos, centros de compra y todo tipo de facilidades. En tal sentido, una denominación más precisa del término debía ser; distribución de facilidades.”

Según (Baca Urbina, 2006) los objetivos y principios básicos de una distribución de la planta son los siguientes:

1. Integración total: consiste en integrar en lo posible todos los factores que afectan la distribución, para obtener una visión de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor.
2. Mínima distancia de recorrido: al tener una visión general de todo el conjunto, se debe tratar de reducir en lo posible el manejo de materiales, trazando el mejor flujo.
3. Utilización del espacio cúbico: aunque el espacio es de tres dimensiones, pocas veces se piensa en el espacio vertical. Esta acción es muy útil cuando se tienen espacios reducidos, su utilización debe ser máxima.
4. Seguridad y bienestar para el trabajador: este debe ser uno de los objetivos principales en toda distribución.
5. Flexibilidad: se debe obtener una distribución fácilmente reajutable a los cambios que exija el medio, para poder cambiar el tipo de proceso de la manera más económica, si fuera necesario.

Objetivos generales de la distribución en planta:

- ❖ Disminución de la congestión.
- ❖ Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- ❖ Reducción de las manutenciones y del material en proceso.
- ❖ Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- ❖ Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- ❖ Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.
- ❖ Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- ❖ Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- ❖ Reducción del trabajo Administrativo e indirecto.
- ❖ Mejora de la supervisión y el control.
- ❖ Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

Factores que influyen en la selección de la distribución en planta:

- ❖ Los materiales.
- ❖ La maquinaria.
- ❖ La mano de obra.
- ❖ El movimiento.
- ❖ Las esperas.
- ❖ Los servicios auxiliares.
- ❖ El edificio.
- ❖ Los cambios.

Un ejemplo de distribución en planta en un aeropuerto se ilustra en la siguiente figura:

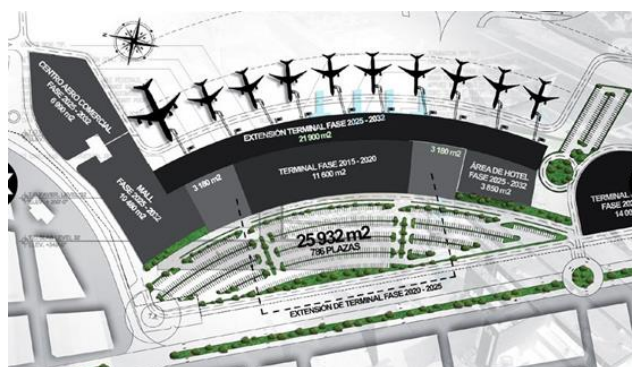


Figura 2.9: Distribución en planta de un aeropuerto
Fuente: (Quiñones, 2015)

Paso 7. Desarrollo de proyectos complementarios de ingeniería

Una vez diseñado completamente el proyecto, se debe dar paso a analizar las necesidades de proyectos complementarios de ingeniería. Estos no son más que el diseño de diferentes elementos constructivos que sirvan de apoyo al cumplimiento del objetivo fundamental del proyecto primario.

Como ejemplo de estos proyectos pudiera citarse la disposición de servicios sanitarios, la construcción de establecimientos que oferten alimentos y la construcción de un punto de protección contra incendio en el aeropuerto. Este último es imprescindible, ya que durante la operación de la aeronave siempre existe riesgo de incendio. Es especialmente crítico en el momento del reabastecimiento. Ejemplos de estos tipos de proyectos complementan el proyecto inicial y que si bien su ausencia no lo perjudica drásticamente su presencia sí los favorece en gran medida aportándole valor.

Etapa 2. Evaluación del proyecto

Objetivo: analizar los diferentes indicadores que permitan contestar la interrogante de si es o no conveniente realizar la inversión.

El camino al éxito de nuestros proyectos, solo se conseguirá siendo imparciales a los datos o resultados que otorgue la Evaluación correspondiente, adicionalmente se necesita cambiar algunos paradigmas tradicionales y desarrollar un sistema de control adecuado, de este modo se conseguirá el éxito (Bolaños, 1998).

Paso 8. Evaluación financiera, económica, social y ambiental

La tarea de evaluar consiste en medir objetivamente ciertas magnitudes resultantes de la formulación del proyecto y convertirlas en cifras financieras con el fin de obtener indicadores útiles para medir su bondad.



Figura 2.10: Criterios de evaluación EX ANTE

Fuente: (Miranda Miranda, 2001)

Según el objetivo que se persigue y la información que se emplee se pueden identificar cuatro formas diferentes pero complementarias para realizar la evaluación del proyecto. La **"evaluación financiera"** emplea los precios de mercado, en tanto que la evaluación económica utiliza los precios sombra", no incluye las transferencias y tienen en cuenta criterios de eficiencia, por su lado, la evaluación social recorre el mismo camino de la económica pero aplica criterios de equidad (Miranda Miranda, 2001).

La **"evaluación económica"** es una medida de **"eficiencia"** que busca optimizar una función de utilidad o bienestar económico nacional y que incorpora básicamente las siguientes variables: consumo agregado o producción, generación de empleo y divisas,

ahorro nacional y consumo de bienes meritorios (bienes que generan utilidad sin ser vendidos ni comprados como la defensa nacional, la seguridad, la justicia, la pureza ambiental, etc.). En tanto que la **"evaluación social"** tiene en cuenta criterios de **equidad y de redistribución de la riqueza** (Miranda Miranda, 2001).

Evaluación financiera

El análisis se realiza teniendo en cuenta aspectos como la racionalidad en el Costo Promedio por Beneficiario o el Costo Promedio de Producción por Unidad, teniendo en cuenta las restricciones presupuestales existentes. Además se valida la existencia de fuentes de financiación del proyecto previamente establecidas y la programación adecuada de los recursos, contemplando las fases de ejecución y de operación, siendo esta última, vital para alcanzar los efectos directos (solución del problema) y los impactos esperados en la sociedad. En esta última consideración, la sostenibilidad financiera del proyecto es una condición vital y para ello debe verificarse que están garantizados los recursos para la operación y el mantenimiento del proyecto durante su vida útil, y en qué medida el mismo proyecto generará los recursos (o parte de ellos) para su sostenimiento.

La información de la evaluación financiera debe cumplir tres funciones:

- ❖ Determinar hasta donde todos los costos pueden ser cubiertos oportunamente, de tal manera que contribuya a diseñar el plan de financiamiento.
- ❖ Mide la rentabilidad de la Inversión.

$$\text{Rentabilidad de la Inversión} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio Neto}} \quad (2.8)$$

- ❖ Genera la información necesaria para hacer una comparación del proyecto con otras alternativas o con otras oportunidades de inversión.

La evaluación financiera trabaja los flujos de ingresos y egresos con precios vigentes de mercado. Típicamente, toma como criterio de selección el valor presente neto (VPN) o la tasa interna de retorno (TIR). La evaluación financiera, analiza el proyecto desde su retorno financiero, se enfoca en el análisis del grado en que el proyecto cumple sus objetivos de generar un retorno a los diferentes actores que participan en su ejecución o financiamiento.

La evaluación financiera varía según la entidad interesada. Se puede realizar la evaluación de un solo proyecto, o alternativa, desde varios puntos de vista:

1. Punto de vista de los beneficiarios.
2. Punto de vista de la entidad o entidades ejecutoras.
3. Punto de vista de entidades financiadoras.

4. Punto de vista del Gobierno.

5. Punto de vista de la economía o la sociedad.

Evaluación económica

Para los proyectos de mayor tamaño (megaproyectos y proyectos de mediano porte) se efectúa al Análisis de Costo beneficio (ACB), mediante la estimación previa de beneficios y costos económicos. Se recomienda iniciar por la comprensión precisa de la situación sin proyecto y la situación con proyecto, con lo cual se identifican, cuantifican y valoran los costos y beneficios atribuibles al proyecto, de manera incremental: los de la situación con proyecto menos los de la situación sin proyecto, para verificar que el balance incremental es favorable. En el nivel de perfil, para proyectos pequeños, el análisis económico puede no requerir de análisis de costo beneficio expresado en indicadores resultantes de cuantificar y valorar los beneficios y los costos. Puede bastar el análisis cualitativo de los beneficios, complementado con el análisis de costo-eficiencia y, en algunos casos, con los de rentabilidad financiera. La recomendación de llevar a cabo o no determinado proyecto de inversión será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones. Para que un proyecto sea conveniente, los beneficios del mismo deben superar a sus costos y obtenerse una rentabilidad aceptable (Quintero, 1995).

Como generalmente los beneficios y costos de los proyectos ocurren en diferentes momentos de tiempo durante la vida del mismo, es necesario emplear técnicas de matemáticas financieras para poder compararlos correctamente considerando el coste de oportunidad del dinero en el tiempo. Se analizan además los principales indicadores que se utilizan para determinar la conveniencia financiera de implementar un proyecto a partir del flujo de caja del mismo. Entre ellos, el Valor Actual Neto (**VAN**), la Tasa Interna de Retorno (**TIR**), la Relación Beneficio-Costo (**RBC**) y el Período de Recuperación (Recupero) del capital. Luego se analizan los principales aspectos que deben considerarse para la construcción de flujos de caja: inversiones, capital de trabajo, costos de operación, depreciaciones, tratamiento del IVA, tratamiento del crédito e impuesto a las ganancias. A partir del flujo de caja así determinado, se emplean técnicas informáticas para realizar el análisis de sensibilidad y análisis de riesgo. (Sanin and Saldarriaga, 1995).

Principales indicadores que se utilizan para determinar la conveniencia financiera de implementar un proyecto:

❖ **Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN)**

Este indicador posibilita tener en cuenta los cambios de precios en el tiempo, que permite medir la diferencia entre los Gastos Ingresos Actuales y Futuros. Tiene como facilidad que permite llevar los beneficios y costos al día 0. Sirve para avalar por qué se seleccionó la alternativa de solución que da este proyecto y no otra. Dice si es rentable y conveniente ejecutar el proyecto e introducir sus resultados, por lo que mide impacto económico. Además corresponde al valor monetario de la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos de caja, restada la inversión inicial, todo descontado al momento de inicio del proyecto y al aumento en la riqueza de los inversionistas, después de recuperar los recursos invertidos y por sobre la rentabilidad mínima exigida a estos fondos.

La rentabilidad mínima exigida a la inversión está implícita en la tasa de descuento, la que debe representar la tasa de costo de capital, o costo de oportunidad, por renunciar a la rentabilidad de alternativas de igual riesgo. El VAN también muestra la rentabilidad de los recursos no retirados del proyecto.

$$VAN = -I_0 + \frac{\sum FNF_t}{(1+r)^t} \quad (2.9)$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial

FNF = Flujos netos de fondo

Por lo tanto podemos establecer criterios de decisión tomando como instrumento el VPN o VAN:

VPN>0 recomendable

VPN<0 no recomendable

VPN=Indiferente

Si el VAN es positivo, va a mostrar cuánto más gana el inversionista por sobre lo que deseaba ganar.

Si el VAN es cero, entonces el inversionista gana sólo lo que deseaba ganar.

Si el VAN es negativo, va a mostrar cuánto le faltó al proyecto para que el inversionista ganara lo que deseaba, no necesariamente significa pérdidas.

La regla de decisión más conveniente es invertir en un proyecto cuando su **VAN > 0**.

❖ Razón o Relación Beneficio / Costo

Este criterio permite determinar y comparar la rentabilidad de los proyectos, contrastando el flujo de costos y beneficios actualizados, que se desprenden de su implementación. Los costos corresponden al valor de los recursos utilizados, en tanto que los beneficios son el valor de los bienes o servicios producidos por el proyecto. Es útil para determinar si el proyecto es bueno o no, pero no para elegir entre varios proyectos.

Un buen ACB se basa en la comprensión de la situación sin proyecto y de la situación con proyecto, con lo cual se puede visualizar cuáles son verdaderamente los costos y beneficios incrementales, es decir los atribuibles al proyecto.

$$\text{Razón Beneficio - Costos} = \frac{VAB}{VAC + I_0} \quad (2.10)$$

Esta relación deberá ser superior a 1 para asegurar que los beneficios para la sociedad superen a los costos en los que se debe incurrir para generarlos. Es decir:

Si la razón es $\geq 1 \Rightarrow$ el VAN ≥ 0 .

Se acepta el proyecto.

Si la razón es $< 1 \Rightarrow$ el VAN < 0 .

Se rechaza el proyecto.

Los conceptos básicos para el ACB que son el conjunto de costos y beneficios que percibe la sociedad se pueden ver en el anexo 10:

❖ Tasa Interna de Retorno

Mide la rentabilidad desde el punto de vista financiero. Es calcular cuánto rinde la inversión realizada basada en qué porcentaje será necesario para ser igual el valor presente de esos beneficios futuros con el gasto de inversiones. Dice qué porcentaje reporta la inversión inicial, como si fuera un bono. La "Tasa Interna de Retorno (**TIR**)", es la tasa de interés que permite obtener un **VAN = 0**."

$$I_0 = \sum \frac{FNF_t}{(1+TIR)^t} \quad (2.11)$$

Un criterio adecuado de decisión es establecer comparación entre la TIR del proyecto y el costo de oportunidad del inversionista, entonces:

$TIR > t_0$ Recomendable

$TIR = t_0$ Indiferente

$TIR < t_0$ No recomendable

t_0 = Tasa de oportunidad

Complementando lo anterior, se puede afirmar que si la $TIR > to$, significa que el retorno del proyecto es suficiente para compensar el costo de oportunidad del dinero y además produce un rendimiento adicional, por lo tanto resulta llamativo. Si la $TIR < to$, el proyecto no alcanza a compensar el costo de oportunidad por lo tanto no será recomendable. Cabe anotar que si bien es cierto que para el cálculo de la TIR no se necesita conocer la tasa de interés (ya que es precisamente lo que se busca en la operación), si se precisa posteriormente conocer una tasa de oportunidad que permita su comparación.

Por lo general la TIR y el VAN conducen a la misma decisión:

- Si el VAN es positivo, la TIR es mayor que la tasa de descuento, y se aceptan los proyectos.
- Si el VAN es cero, la TIR es exactamente igual a la tasa de costo capital y se realiza el proyecto, porque el inversionista gana justo lo que deseaba ganar con sus recursos.
- Si el VAN es negativo, la TIR es menor que la tasa de descuento exigida por el inversionista, por lo tanto no gana todo lo que deseaba obtener, lo que conduce a no realizar el proyecto.

La TIR no es recomendable para comparar proyectos, por cuanto una TIR mayor no necesariamente es mejor que una TIR menor, por cuanto la conveniencia se mide en función de la inversión necesaria.

Una misma TIR puede estar asociada a diferentes niveles de VAN, dependiendo de las tasas de descuento.

Concluyendo, se debe invertir en un proyecto cuando su TIR sea superior al costo de oportunidad, obviamente para niveles de riesgo similares.

❖ **Período de Recuperación de la Inversión (PRI) o Payback**

Este criterio calcula la cantidad de períodos que debiera operar el proyecto para que los flujos cubran la inversión, incluido el costo de capital involucrado. Luego el PRI debe compararse con el período estimado como razonable por parte del inversionista. El principal inconveniente de este criterio es que no considera los potenciales beneficios que los proyectos podrían generar después de haber alcanzado el período de recuperación. Por lo tanto se privilegian elementos de liquidez, por sobre los elementos de rentabilidad.

❖ **Índice de Rentabilidad (IVAN)**

Este criterio resulta útil cuando se tienen restricciones de capital, por lo tanto se debe efectuar un ranking con los proyectos, porque los criterios del VAN y la TIR no son

suficientes. Se supone que la empresa busca maximizar la rentabilidad de los recursos restringidos con que cuenta.

$$IVAN = \frac{VAN}{INVERSIÓN\ INICIAL} \quad (2.12)$$

Por lo tanto, con este criterio, deberían realizarse todos aquellos proyectos que tengan el mayor IVAN, hasta acabar los recursos disponibles para invertir.

❖ Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

Este criterio, conocido también como —promedio financiero”, se utiliza principalmente para comparar proyectos con vidas útiles diferentes, y el mínimo común denominador de las extensiones resulta ser muy grande para hacer proyecciones razonables.

El CAUE se puede trabajar para cualquier frecuencia de tiempo, no necesariamente anual, además puede ser utilizado tanto para beneficios, como flujos netos, no solamente costos.

Definición:

Dada una estructura de flujos netos de caja, durante “n” períodos de tiempo, que se evalúa con una tasa de descuento relevante “r”, se denomina CAUE a un flujo constante por período que resulta ser equivalente a la estructura original. Para esto, primero se calcula el van del proyecto, o el valor futuro al final del horizonte de evaluación, luego, utilizando una anualidad vencida, de “n” pagos constantes de valor “r”, con una tasa de interés “r”.

Dado que, el valor actual de una anualidad vencida, a plazo fijo es:

$$VA = \frac{R[1 - (1+r)^{-n}]}{r} \quad (2.13)$$

Entonces “r” representa el valor del costo anual uniforme equivalente:

$$CAUE = \frac{VANr}{[1 - (1+r)^{-n}]} \quad (2.14)$$

Evaluación social

Se analiza la articulación del proyecto en su desarrollo con la comunidad, por lo que se validan aspectos como la participación de la comunidad en el proceso de identificación del problema y las alternativas de solución, la identificación de los involucrados del proyecto y las estrategias de vinculación con el proyecto. Además, se valida si el proyecto está en lugar de prioridad para la comunidad o los usuarios y si el proyecto contempla responsabilidades a cargo de involucrar a la comunidad para incrementar su sostenibilidad.

Evaluación ambiental

Considera, (Quiñones, 1993) **la evaluación ambiental**, como un proceso sistemático de evaluación de las potenciales consecuencias ambientales de las iniciativas de propuestas de

proyecto, para que los responsables de la toma de decisiones, puedan considerarlas lo más temprano posible en el diseño, conjuntamente con las consideraciones socioeconómicas, con el fin de garantizar la sustentabilidad ambiental. El propósito de la evaluación ambiental es asegurar que un proyecto sea ambientalmente aceptable y viable, con medidas ambientales cuyos costos no sean mayores que los beneficios esperados, considerando para ello alternativas costo efectivas (Quintero, 1995). En el proceso de evaluación, se identifican los potenciales impactos ambientales significativos con el fin de evitarlos, mitigarlos o compensarlos, y se aprovechan las oportunidades para mantener o mejorar las condiciones ambientales del medio impactado por el proyecto (Sanin and Saldarriaga, 1995).

Etapa 3. Conclusiones

Objetivo: elaborar el informe técnico que permita visualizar los principales resultados del proyecto.

Paso 9. Elaboración del informe técnico

Concluida la evaluación, los resultados obtenidos deben ser divulgados y analizados por el consejo de dirección en la organización en aras de hacer las correcciones necesarias en la gestión para mejorar la eficiencia y el impacto, o, si los resultados son irreversiblemente negativos, decidir el cierre del programa o proyecto.

La publicación de la información recolectada debe ser funcional para sus usuarios.

Los informes pueden de diferentes tipos y en el anexo 11 se pueden apreciar algunas formas de realizarlos y su correspondiente explicación.

La conclusión debe ser lo más clara y concisa posible, ella deberá de reflejar el diagnóstico final del proyecto, si es viable o no, en todos sus aspectos: económico, de mercado, técnico, humano, y en ocasiones si el proyecto así lo amerita, el aspecto ambiental.

2.2. Validación del procedimiento

Con el fin de analizar la pertinencia, confiabilidad y grado de aplicación del procedimiento, se procede a consultar un grupo de personas que poseen sobre el tema poder de expertos, de forma tal que la opinión de estos posibilite la validación del mismo para su aplicación futura y dejen además señaladas sus posibles debilidades o factores que dificulten su aplicación.

Para determinar el número de expertos a consultar se utilizó la siguiente expresión:

$$N = \frac{p(1-p)K}{i^2} \quad (2.15)$$

Donde:

N : Número de expertos.

p : Proporción de error estimado. 0,01.....0,05

i : Nivel de precisión 0,005.....0,10

k : Constante computarizada.

Fiabilidad (%) k

6,6564

3,8416

902,6896

Tomando:

$p = 0,01$

$i = 0,1$

Fiabilidad del 99 % para una $k = 6,6564$

Luego $N \approx 6,5$ por lo que se utilizarán en el estudio un total de 7 expertos.

Vale señalar que se utilizaron tanto expertos externos, como internos, cuya selección no fue al azar, sino que se realizó teniendo en cuenta algunos elementos como:

- Experiencia en la dirección.
- Experiencia en la empresa.
- Conocimiento sobre la actividad de Gestión de Proyectos.
- Nivel profesional.
- Nivel de escolaridad.
- Cargo actual.

Tabla 2.4: Grupos de expertos seleccionados para la validación del procedimiento

Expertos internos	Expertos externos
Director del Aeropuerto Internacional Abel Santamaría.	Profesor del Centro de Estudios de Dirección de la UCLV.
Subdirector del Aeropuerto Internacional Abel Santamaría.	Profesor Auxiliar, Departamento de Economía de la UCLV.
Jefe de Operaciones Tierra en el Aeropuerto Internacional Abel Santamaría.	Jefe de Departamento de Ingeniería Industrial de la UCLV.
Director Económico del Aeropuerto Internacional Abel Santamaría.	

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de evaluar los criterios representativos de los expertos con relación al procedimiento para facilitar el diseño de proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto, se aplicó un cuestionario que relacionara el criterio de los mismos y que posee un grupo de afirmaciones que se muestran en la tabla del anexo 12.

A partir de la evaluación de los expertos será indispensable determinar su nivel de concordancia mediante la hipótesis siguiente:

H0: No es concordante el juicio de los expertos.

H1: Es concordante el juicio de los expertos.

$$RC X^2 > X^2_{\alpha, k-1}$$

Donde rechazar Ho, significa que el juicio de los expertos es consistente y que el orden de importancia en los problemas es el obtenido como resultado de dichos criterios.

Para evaluar la concordancia de los expertos, se construye una tabla con los resultados de la evaluación que los mismos dan a las afirmaciones mostradas en el cuestionario, otorgándole valores de uno a diez a cada una de estas, de acuerdo a su nivel de importancia, siendo los valores más altos los correspondientes aquellas afirmación de mayor consistencia. Esta tabla se denomina matriz de rangos y el resultado de su aplicación se muestra en el Anexo 12.

Con el objetivo de conocer si existe concordancia o no entre los criterios se utilizó el coeficiente de concordancia de Kendall, aplicado de la forma siguiente:

$$\tau = \frac{1}{2} M(K + 1) \quad (2.16)$$

$$\Delta = \sum_{j=1}^M U_{i,j} - \tau \quad (2.17)$$

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^M \Delta^2}{M^2 * (K^3 - K)} \quad (2.18)$$

$$\chi^2 = M * W(K - 1) \quad (2.19)$$

Donde:

M: Cantidad de expertos.

Uij: Rango dado al problema i por el experto ji[1...K]; j[1...M] .

τ : Puntuación promedio de los problemas o rango medio.

Δ : Desviación respecto a τ .

K: Cantidad total de problemas o categorías.

W: Coeficiente de concordancia.

$$\tau = \frac{1}{2} * 7 * (10 + 1) = 38,5$$

$$W = \frac{5\,286,5 \cdot 12}{7^2 \cdot (10^3 - 10)} = 1,3077$$

$$X^2 = 7 \cdot 1,3077 \cdot (10 - 1) = 82,3851$$

$$RC\ X^2 > X^2_{a,k-1} \quad (2.20)$$

$$X^2_{0,05,9} = 16,919$$

$$82,3851 > 16,919$$

Por lo que se rechaza H_0 , lo que significa que el juicio de los expertos es consistente y que el procedimiento cumple con los requisitos establecidos para ser aplicado.

2.3. Conclusiones parciales

1. El procedimiento consta de tres etapas y nueve pasos claramente definidos en los cuales está presente una secuencia lógica, interrelación de aspectos y coherencia interna.
2. El procedimiento contiene una serie de métodos para determinar la localización, capacidad, fuerza de trabajo, área y para evaluar proyectos ya sea desde el punto de vista financiero y económico, los mismos son aplicables a proyectos de ampliación de capacidad en aeropuertos.
3. El procedimiento que se presenta fue considerado según el juicio de expertos como un instrumento objetivo, pertinente y factible de aplicar en las condiciones del aeropuerto internacional "Abel Santamaría".

Conclusiones generales

CONCLUSIONES GENERALES

1. La eficiente formulación y evaluación de proyectos permite realizar ajustes en el diseño y ejecución de estos, facilitando el cumplimiento de las actividades programadas y el logro de los objetivos previstos; sin embargo, no se constata en la bibliografía ningún instrumento metodológico desarrollado para este fin en este tipo de entidad.
2. El procedimiento desarrollado para la formulación y evaluación de proyectos de ampliación de capacidad en el Aeropuerto Internacional Abel Santamaría, para dar solución al problema de investigación planteado, constituye una herramienta asequible que facilita el proceso de toma de decisiones, tanto a directivos como al personal vinculado al proyecto de manera directa.
3. El procedimiento diseñado permite prevenir pérdidas económicas por concepto de errores de planificación, alineado hacia la visión de la empresa y acorde a los nuevos lineamientos de la política económica del país.
4. El procedimiento propuesto constituye una herramienta esencial para formular y evaluar, de forma eficiente proyectos de ampliación de capacidad en el aeropuerto Internacional Abel Santamaría, criterio con el que coinciden los expertos consultados al respecto.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

1. Aplicar el procedimiento propuesto en próximos proyectos de ampliación de capacidad que se realicen en la entidad, con el fin de comprobar de esta manera sus resultados y efectividad.
2. Capacitar al personal a cargo de la toma de decisiones de inversión en la entidad en cuanto a la formulación y evaluación de proyectos, logrando una mayor comprensión de los métodos y técnicas que se proponen en el procedimiento.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

1. ABREU BERISTAIN, M. 2006. Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en México. Available: <http://www.colpamex.org/Revista/Art5/24.pdf> [Accessed febrero, 2016].
2. AENA. 2008. *Descubrir la Operación de Aeropuertos, España* [Online]. Available: <http://www.aena.es>.
3. AENA. 2011. *Control de Asistencia en Tierra (Handling), España* [Online]. Available: <http://www.aena.es>.
4. AENA. 2015. Available: <http://www.aena.es>.
5. ANA. 2014. *Procesos Aeroportuarios* [Online]. Available: <http://www.ana.pt/>.
6. BACA URBINA, G. 1993. *Evaluación de Proyectos, México*.
7. BACA URBINA, G. 1998. *Evaluación de proyectos - Análisis y administración del riesgo, México*.
8. BACA URBINA, G. 2006. *Evaluación de proyectos, México*.
9. BOLAÑOS, R. 1998. *Administración por refranes*.
10. COMPANY, P. S. B. G. I. D. M. L. I. 1947. *Factory Planning and Layout*
11. CORZO, M. A. 1997. *Introducción a la Ingeniería de Proyectos. México*.
12. D ALESSIO, A. 2001. *Formulación y Evaluación de Proyectos*.
13. DE LA LASTRA, C. 1993. *Guía para la Planificación Participativa en Evaluación de Proyectos Sociales. Documento de trabajo, Santiago*.
14. DEROSI, F. 1971. "El Emprendedor Mexicano", México .
15. DILWORTH, J. B. 1989. *Production and Operation Management: Manufacturing and Non-Manufacturing*, New York, Random House Publisher Company.
16. DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A., ÁLVAREZ GIL, J., DOMÍNGUEZ MACHUCA, A., GARCÍA GONZÁLEZ, A. & RUÍZ JIMÉNEZ, A. 1995. *Dirección de Operaciones*.
17. ESPAÑOLA, R. A. 2012. *Diccionario de la lengua española*.
18. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, N. 2002. *Manual de proyectos*.
19. FLEITMAN, J. 2003. *Como elaborar un Plan de Negocios, México*.
20. FRANKLIN GOUVEIA, J. 2011. *Capacidad de Pista, Brasil*.
21. GIL MARTÍNEZ, A. & PALACIO HIDALGO, A. 2001. *Perfeccionamiento de la Metodología de Evaluación de Proyectos Utilizada en el Instituto de Proyectos Azucareros*.

22. GREINER, L. 2007. *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*.
23. HAIME LEVY, L. 1995. *Planeación Financiera en la Empresa Moderna*, México.
24. HECHAVARRÍA LEYVA, Y., LABRADA PINO, I., DE MIGUEL GUZMÁN, M. & MÁRQUEZ HECHAVARRÍA, Y. G. 2014. Procedimiento para la planeación cuantitativa de recursos humanos en instalaciones aeroportuarias y su aplicación en el Aeropuerto de Holguín. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, XX, 1-12.
25. HEREDIA, R. 1995. *Dirección Integrada de Proyecto*, España.
26. HERNÁNDEZ SAMPIER, R. 2006. *Metodología de la investigación 2*, La Habana.
27. HONDURAS, D. G. D. I. P. D. D. 2014. Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Programas y Proyectos de Inversión Pública, Honduras.
28. I CLELAND , D. & R KING, W. 2006. *Systems Analysis and Project Management*.
29. IATA 2004. *Airport Development Reference Manual* novena ed.
30. INSTITUTE, P. M. 2000. *A Guide To The Project Management Body of Knowledge*
31. ISO 2003. *Quality Management Systems - Guidelines for Quality Management in Projects*.
32. JAPAN, P. M. A. O. 2005. *A Guidebook of Project and Program Management for Enterprise Innovation*.
33. L MARTINO, R. 2000. *Administración y control de proyectos*
34. MALLICK, R. W. & GAUDREAU, A. T. 1951. *Plant Layout-Planning and Practice*.
35. MARCOS, G. C. 2008. *Descubrir la operación de aeropuertos*, Madrid.
36. MARENCO ALEMÁN, G. N. 2010. *Funcionamiento y evolución de aeropuertos ante una demanda turística creciente*. pregrado, Universidad Nacional de Mar del Plata.
37. MARIE MOKATE, K. 2000. *Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión*.
38. MARTÍNEZ, R. 1998. Sistema Integrado de formulación, evaluación y monitoreo de proyectos para los Fondos de Inversión Social de América Latina.
39. MEIXUEIRO GARMENDIA, J. & PÉREZ CRUZ, M. A. 2008. *Metodología General para la Evaluación de Proyectos*, México.
40. MIRANDA MIRANDA, J. J. 2001. *Gestión de Proyecto*.
41. MUTHER & RICHARD 1970. *Distribución en Planta*.

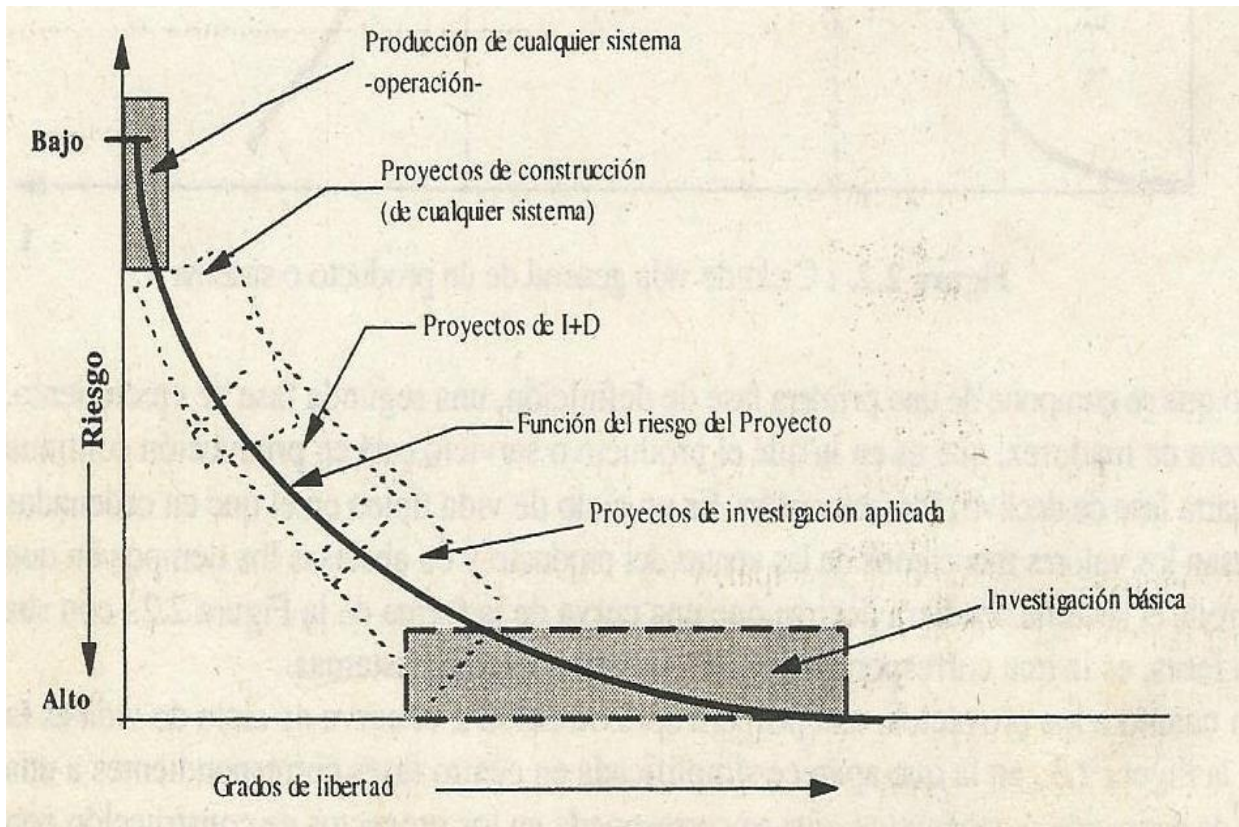
42. NAVARRO, H., KING, K., ORTEGÓN, E. & PACHECO, J. F. 2006. Pauta metodológica de evaluación de impacto ex-ante y ex-post de programas sociales de lucha contra la pobreza, Santiago de Chile.
43. NOJA, A. V. D. 2011. Plan de Competitividad Turística de Noja Available: <http://www.nojaescapada.com>.
44. NOMBELA, G. 2009. *Modelos de Capacidad de Infraestructura del Transporte* [Online]. Available: <http://evaluaciondeproyectos.es>.
45. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, F. 1995. Metodología para el Diseño de Proyectos de Inversión Agrícola.
46. PORTOCARRERO ARGÜELLO, I., VEGA RODRÍGUEZ, R., ESPINO CRUZ, V., PRADO ROSALES, M. & JIRÓN RIZO, R. C. 2011. Metodología General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, Nicaragua.
47. PÚBLICAS, M. D. O. & SOCIAL, M. D. D. 2014. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria, Chile. 171.
48. QUEVEDO REYES, Y., FERNÁNDEZ ROMERO, Z. & DÍAZ MONZÓN, R. 2012. "Aplicación de la metodología iniciativa municipal de desarrollo local (IMDL) para la formulación y evaluación de un proyecto de inversión".
49. QUINTERO, V. 1995. Evaluación de proyectos Sociales: Construcción de indicadores, Colombia.
50. QUIÑONES, A. I. C. F. J. A. 2015. Available: www.skyscrapercity.com.
51. QUIÑONES, L. 1993. Manual de planificación y programación aplicado a pequeñas unidades productivas talleres y microempresas populares, Santiago de Chile.
52. R FONTAINE, E. 1990. *Evaluación Social de Proyectos*.
53. R KERZNER, H. 2009. *A Systems Approach to Planning, Secheduling and Controlling*.
54. REDURAN. 2001. *Mapa de procesos en un aeropuerto* [Online]. Available: <http://www.geocities.ws>.
55. RICHARD B, C., J AQUILANO, N. & ROBERT JACOBS, F. Administración de la producción y operaciones 2006 México.
56. RODNEY TURNER, J. 2008. *The Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations*.

57. SAGITARIO, A. 2005. *Diplomado de Evaluación y Formulación de Proyectos de FIRA*.
58. SANIN, H. & SILDARRIAGA, G. 1995. *Guía para la preparación y ejecución de planes de inversión municipal, ILPES*.
59. SAPAG CHAIN, N. & SAPAG CHAIN, R. 1987. *Preparación y Evaluación de Proyectos*
60. SLIDESHARE.NET. 2015. *Diagrama de Flujo* [Online]. Available: <http://www.es>.
61. TEJADA ANGUIANO, I. 2008. *Descubrir los aeropuertos*, Madrid. 100.
62. TOMPKINS, J. A. & WHITE, J. A. 1984. *Facilities Planning*, New York.
63. UNICEF 1999. *Guía de UNICEF para Monitoreo y Evaluación*.
64. WALLINGRE, N. & TOYOS, M. 1998. *Diccionario de Turismo, Hotelería y Transportes*

Anexos

Anexos

Anexo 1. Tipos de proyectos



Fuente: (Heredia, 1995)

Anexo 2. Ejemplos de tipologías de proyectos

Tipos de proyectos	Ejemplos
Proyectos que entregan o servicios meritorios.	Escuelas, Puestos de Salud y Acueductos y Alcantarillados.
Proyectos cuyo objetivo principal es producir beneficios económicos.	Proyectos de desarrollo vial (ahorro de tiempo de los usuarios, menores costos de combustible, disminución de costos de mantenimiento de vehículos, mayores ingresos por salida de productos agrícolas a los mercados). Proyectos de energía (mayor producción local, menores costos de producción, menores costos de consumo para las familias, impulso a nuevas empresas, acceso a nuevas tecnologías de la información y la comunicación). En general, los proyectos de infraestructura productiva forman parte de esta categoría.
Proyectos que generan ingresos financieros.	1. Proyecto de fomento a microempresas. Asistencia técnica para impulsar procesos de asociativismo entre productores rurales.
	2. Proyectos de concesión vial, que se financian por peaje. Proyectos de capacitación con cobro de derechos de matrícula para su sostenibilidad. Proyectos que cobran tarifas para cruzar subsidios de los grupos de mayores ingresos a los beneficiarios de menor capacidad económica.

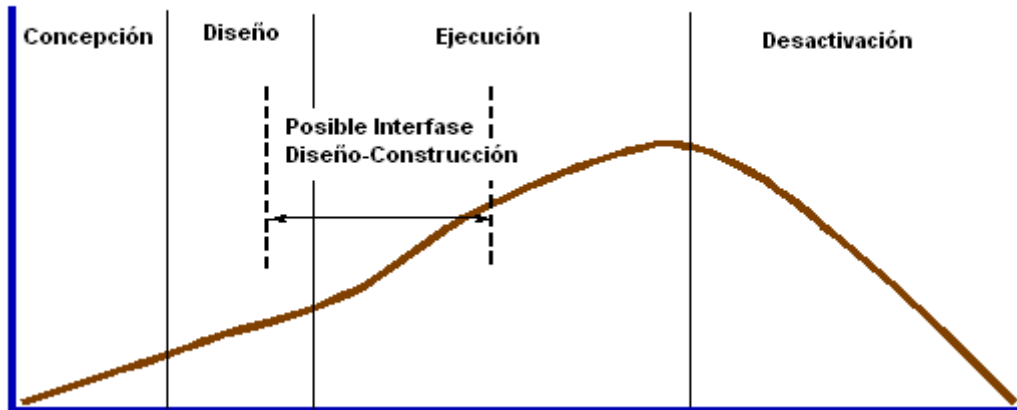
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Clasificación de los proyectos

ATEDIENDO A :	Naturaleza del cambio que producen.	• Construcción.
		• Investigación y Desarrollo.
		• Informática.
		• Organización.
		• Sociales.
		• Comercialización.
	Grado de dificultad y objetivos que persiguen.	• De éxito cierto. Ejemplo: Construcción.
		• De éxito incierto. Ejemplo: Investigación.
	La interdependencia.	• Independientes. Ejemplo: implementar un proyecto informático que permita integrar las diversas áreas de la empresa, es independiente de la decisión que se tome acerca del alquiler o compra de un edificio.
		• Dependientes. Ejemplo: un proyecto de explotación de minerales, puede requerir la construcción de una carretera.
		• Mutuamente excluyentes. Ejemplo: cuando se tiene la posibilidad de pavimentar una carretera con asfalto o cemento
	Tipo de cliente.	• Externos: los solicitados por clientes ajenos a la entidad.
		• Internos: Los solicitados por los miembros de la entidad.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Ciclo de vida de un proyecto



Fuente: (Heredia, 1995)

Anexo 5. Tipologías de proyectos

Definición de tipología según proceso que representa	• Normalización.	Cumplimiento de normativa.
	• Ampliación.	Ampliar infraestructura existente para aumentar capacidad.
	• Conservación.	Mantener estándares.
	• Reposición.	Renovación total o parcial con o sin aumento capacidad, calidad.
	• Mejoramiento.	Mejorar las características sin aumento de capacidad
	• Construcción.	Obras nuevas con o sin cambio de capacidad.
Tipología según área de intervención	• Área de movimiento (Air Side).	-
	• Área terrestre (Land Side).	-

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Ejemplo numérico que ilustra el método del cálculo de capacidad basado en la separación entre aeronaves

Fuente: (Nombela, 2009)

Se considera que una pista de vuelo tiene los siguientes porcentajes de uso por tipo de aeronaves, cada una de ellas con las velocidades indicadas:

Categoría de avión	Velocidad de aproximación		Probabilidad de uso de la pista
	Nudos (kn)	km/h	
A-B	95	175	0,1
C	120	220	0,2
D	130	240	0,2
E	140	260	0,5

Si la senda de aproximación tiene una distancia $L = 6$ millas náuticas (11.11 km), y la distancia mínima entre aeronaves es $D = 3$ millas (5.56 km), la matriz de tiempos mínimos de separación entre tipos de aeronaves sería la siguiente:

		t_{ij} (segundos)	Avión 2			
		A-B	C	D	E	
Avión 1	A-B	114	161	176	189	
	C	91	91	106	119	
	D	83	83	83	96	
	E	77	77	77	77	

Utilizando el vector dado de probabilidades de tipos de aeronave (p_A, p_B, p_C, p_D) = (0,1, 0,2, 0,2, 0,5), se obtiene el valor del tiempo mínimo medio entre dos operaciones:

$$t^* = 0,01 \cdot 114 + 0,02 \cdot 161 + \dots + 0,25 \cdot 77 = 95,34 \text{ seg.}$$

y la capacidad correspondiente es $C = 37,76$ operaciones/hora.

Anexo 7. Ejemplos de causas que originan problemas de localización

Mercado en expansión.	Requiere un incremento de su capacidad la cual habrá que localizar ampliando las instalaciones existentes en el propio sitio o creando una nueva.
La introducción de nuevos servicios.	Conllevan a una situación similar a la de un mercado en expansión.
Una contracción de la demanda.	Puede requerir el cierre de la instalación y una reubicación de la demanda lo que también suele ocurrir cuando se producen cambios en la localización de la misma.
Cambios en las condiciones políticas o económicas de una región.	Puede provocar que se necesite un incremento de la capacidad de la instalación o una disminución de la misma.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Alternativas de localización

Expandir una instalación existente	Esta alternativa es conveniente si existe territorio suficiente para ello. Puede ser esta una opción atractiva para la entidad si la localización en la que se encuentra tiene características adecuadas y deseables para la empresa. Esta alternativa origina menores costos que otras existentes y más aún si la expansión fue prevista cuando se creó inicialmente la instalación.
Añadir nuevas instalaciones en nuevos lugares	Esta opción en ocasiones resulta más beneficiosa por ejemplo si la expansión provoca problemas de sobredimensionamiento.
Cerrar instalaciones y abrir otras en otros lugares	Esta alternativa puede conllevar a grandes costos para cualquier empresa por la cual debe ser la última opción y se debe realizar luego de un análisis minucioso de los beneficios que le genera actualmente la instalación con los que le generará en un futuro la relocalización.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Instrucciones para determinar la necesidad de fuerza de trabajo en un aeropuerto

Para determinar la necesidad de fuerza de trabajo en un aeropuerto se seguirán las siguientes instrucciones (Hechavarría Leyva *et al.*, 2014):

- **Pronóstico de la demanda.**

Tomando como referencia la cantidad de aeronaves que arribaron al aeropuerto por cada día del periodo seleccionado, se realizará el pronóstico de la cantidad de aeronaves que deben arribar el próximo año en el periodo similar, mediante la utilización de los métodos de suavización exponencial y el de las medias móviles; determinándose el día de mayor cantidad de arribos así como el pronóstico aproximado de la cantidad de aeronaves en el día.

- **Selección de las operaciones a estudiar.**

Se debe(n) seleccionar la(s) operación(es) que será(n) objeto de estudio en la investigación y justificar su selección.

- **Estudio de las operaciones.**

Es necesario realizar un correcto estudio de las operaciones y para ello será conveniente utilizar herramientas como el diagrama de flujo OTIDA.

- **Determinación de la carga de trabajo del cargo a estudiar.**

Para la determinación de la carga de trabajo (Q) de este cargo se tuvieron en cuenta varios elementos relacionados con las características de los servicios aeroportuarios, tales como:

- ✓ Nivel de actividad en cada día de la semana.
- ✓ Nivel de ocupación por tipo de aeronave.
- ✓ Ocurrencia de operaciones simultáneas.
- ✓ Cumplimiento del tiempo establecido según grafico tecnológico de cada aeronave.

Determinación del coeficiente de simultaneidad (K) por operación.

Dentro del área determinada para el estudio se determina el coeficiente de simultaneidad entre operaciones, para ello se debe seguir el orden siguiente:

- ✓ Revisión de la base de datos de arribo de las aeronaves
- ✓ Determinación de los tiempos de operación (TO)
- ✓ Identificación del nivel de simultaneidad de las aeronaves
- ✓ Cálculo del tiempo de simultaneidad de la operación (TSO)
- ✓ Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K):

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n TSO_i}{\sum_{j=1}^n (TO * CAP)_j} \quad (9.1)$$

Donde: CAP es la capacidad.

Ajuste del coeficiente de simultaneidad al pronóstico de la demanda.

Será necesario hacer un ajuste, el cual permita determinar, según el pronóstico realizado el valor del coeficiente de simultaneidad.

Determinación de los tiempos de trabajo para cada actividad.

Los tiempos de trabajo por cada actividad se determinarán empleando la Técnica del Cronometraje.

El tiempo de trabajo por trabajador (TT) se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$TT = \sum_{i=1}^n (TO/u * CC) \quad (9.2)$$

Dónde: TO/u: tiempo operativo por unidad (minutos)

CC: Cantidad de trabajadores.

Determinación de la carga de trabajo (Q) del cargo a estudiar.

Una vez determinado el tiempo de trabajo y el coeficiente de simultaneidad para el pronóstico realizado, se obtiene el valor de la carga de trabajo por medio de la fórmula siguiente:

$$Q = TT * Kp \quad (9.3)$$

- **Determinación de la capacidad unitaria del cargo a estudiar.**

La capacidad de trabajo se determinará de la siguiente forma:

$$Cu = \sum_{i=1}^n (norma de servicio) \quad (9.4)$$

- **Determinación de la plantilla necesaria por cargos.**

La plantilla de acuerdo al pronóstico de demanda se determinó de la forma siguiente:

$$Cantidad\ de\ personas = \frac{Q}{Cu} \quad (9.5)$$

Anexo 10. Conceptos básicos para el ACB

Costos que percibe la sociedad.	
Costos directos.	Son costos en los que incurre el proyecto para su desarrollo, relacionados con las fases de preinversión, inversión y operación.
Costos Asociados.	Son costos en los que incurren los beneficiados del proyecto para poder hacer uso de los productos que genera el proyecto.
Externalidades Negativas (otros costos).	Son los costos que se generan en la sociedad, diferentes de los dos anteriores, como impactos negativos derivados de la ejecución u operación del proyecto.

Beneficios que percibe la sociedad.	
Beneficios directos.	Son los percibidos por los beneficiarios del proyecto por la utilización de los productos que se generan con la inversión en el proyecto.
Beneficios indirectos (externalidades positivas).	Son todos los beneficios adicionales que se generan en la sociedad por el desarrollo del proyecto, generación de empleo, aumento de divisas. En caso de no ser posible cuantificar y valorar los beneficios indirectos, por lo menos deben identificarse, relacionarse y hacerles un análisis cualitativo.

Fuente: Elaboración propia

Anexo11. Formas de realizar un informe

Tipos	Descripción
Descriptivos o comparativos.	Los descriptivos sólo muestran lo observado en el proyecto en un momento dado, los comparativos analizan sus resultados en relación a otros proyectos transversal), al mismo proyecto en diferentes momentos (longitudinal) o al contexto (población general y sin proyecto).
Coyunturales o acumulativos.	Los Coyunturales se circunscriben al momento del análisis y los acumulativos utilizan series temporales.
Numéricos o gráficos.	- Tablas de datos: Posibilitan contar con una imagen de los resultados de cada indicador y cuantificar las diferencias existentes longitudinal o transversalmente. - Gráficos: Existe una gran variedad, que sirven para descripción de una variable o la comparación e ilustración de series. Son menos exactos pero más fáciles de interpretar.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Resultado de la aplicación del cuestionario de validación a los expertos

Afirmaciones	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	$\sum a_{ij}$	Δ
1. Es factible aplicar en las condiciones del aeropuerto internacional Abel Santamaría.	8	10	10	10	9	10	10	67	28,5
2. Contribuye a la participación de trabajadores en el proceso de gestión.	6	5	6	8	7	6	6	44	5,5
3. Posee capacidad de respuesta a los problemas para la eficiente gestión de proyectos en la empresa.	9	8	7	9	9	8	8	58	19,5
4. Posibilita el incremento de la eficacia y eficiencia de la gestión de proyectos para las condiciones dinámicas de desarrollo del entorno.	10	9	10	10	10	10	10	69	30,5
5. Contribuye el mejoramiento continuo del sistema de gestión de la empresa.	8	9	8	8	8	7	8	56	17,5
6. Propicia la adecuación a las características de la entidad.	7	8	8	6	7	8	8	52	13,5
7. Facilita el desarrollo de nuevos proyectos.	8	8	7	8	8	7	8	54	15,5

Afirmaciones	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	$\sum a_{ij}$	Δ
8. Da la posibilidad de obtener mejoras en los resultados de la organización.	10	10	9	10	9	10	9	67	28,5
9. El ordenamiento de las etapas tiene carácter lógico.	10	10	10	10	10	10	10	70	31,5
10. En general, el procedimiento cumple con las exigencias para lo cual fue diseñado.	9	10	9	8	9	9	9	63	24,5

Fuente: Elaboración propia