

## **ANEXO 2.1: ESTUDIOS DE AISLAMIENTO**

En este punto se analizan distintos estudios desarrollados en la temática de aislamiento de localidades. Al respecto existen 2 estudios que han realizado este tipo de análisis, estos son:

- a) Proposiciones de la Comisión Nacional sobre Fronteras Interiores al Desarrollo Nacional, IGM., Marzo 1995.
- b) Diagnostico y Propuestas para la Integración de Territorios Aislados, SUBDERE, 1999.

Los principales criterios de estos estudios se resumen a continuación.

### **1.1.- Estudio Fronteras Interiores IGM**

Este estudio clasifica las problemáticas principales que han contribuido a la postergación de los sectores geográficos del territorio continental de Chile sudamericano y que dan origen a fronteras interiores. Así, las problemáticas pueden ser cuantificables, o no cuantificables, de acuerdo a lo que se detalla a continuación:

**Cuantificables:** aquellos factores naturales y culturales que pueden y han sido medidos y cuantificados, y de los cuales existen registros estadísticos y cartográficos.

**No cuantificables:** en general todos aquellos problemas derivados de las características de ciertos sectores geográficos y que afectan al desarrollo, integridad, seguridad e identidad nacional, pudiendo citarse a modo de ejemplo, lo siguiente:

- Áreas donde los problemas detectados podrían generar un gran descontento social dentro de la población.
- Áreas que, por sus características geográficas, impiden la actuación oportuna de los organismos del Estado o la presencia mínima de éste.
- Áreas que, por su lejanía de los principales centros de atracción, están expuestas a la influencia extranjera permanente (cultural y económica).
- Áreas que, por su desvinculación geográfica, impiden o dificultan el desarrollo de un sentimiento de pertenencia de sus habitantes con respecto a la nación.
- Áreas que, por sus características, han incentivado la emigración hacia países vecinos, provocándose despoblamiento por la atracción que ejercen los núcleos desarrollados por países vecinos.
- Áreas que, por sus características han incentivado la emigración hacia la zona central del país, quedando estas despobladas, contribuyan a una saturación poblacional en la zona central, con los problemas sociales que ello acarrea.

Para analizar los problemas cuantificables, se consideraron factores naturales (Geomorfología, Clima, Hidrológica) y antrópicos (Educación, Salud, Agua potable, Red Vial, Electricidad). De estos se concluye que los más condicionantes del desarrollo de las comunas corresponden a Agua Potable, Red Vial y Salud.

Los problemas no cuantificables, se concentran fundamentalmente en aquellas zonas del territorio nacional que por su ubicación y características geográficas reciben mayor influencia externa, lo que implica una interferencia para el desarrollo, integración, seguridad e identidad nacional.

La determinación del nivel de aislamiento de cada comuna, pasa por la asignación de una serie de pesos a las variables cuantificables antes mencionadas.

### **Clasificación y ponderación de los factores cuantificables**

En la determinación de los problemas cuantificables que han contribuido a la postergación de los sectores geográficos del Territorio Continental de Chile Sudamericano, factores naturales y culturales, se realizó una ponderación según la entregada en el documento elaborado por el Ejército de Chile en octubre de 1995. "Metodología empleada en la elaboración del Mapa Preliminar de Fronteras Interiores del Territorio Continental de Chile Sudamericano"

Factores Naturales: se les asigna a cada uno un peso de 0,5.

a) Geomorfología:

Unidades	Valor
Planicies litorales-depresión Intermedia-Pampas Magallánicas	3
Cordillera de la Costa- Precordillera- Estepa Patagónica	2
Cordillera de los Andes- Cordillera Patagónica- Territorio Insular	1

b) Clima:

Tipo	Valor
Clima templado cálido con lluvias invernales y gran humedad atmosférica	3
Clima templado con influencia mediterránea	
Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea	
Clima semiárido frío, lluvias invernales	
Clima desértico marginal bajo	2
Clima desértico con nublados abundantes	
Clima de tundra por efecto de la altura	
Clima desértico normal	
Clima templado cálido lluvioso sin estación seca	
Clima templado frío lluvioso sin estación seca	1

c) Hidrografía:

Tipo de Cuenca	Valor
Arrecias costeras y exorreicas costeras	3
Exorreicas andinas y preandinas, endorreicas y preandinas y arrecias preandinas	2
Exorreicas trasandinas	1

Factores culturales

a) Red Vial: se le asigna un peso de 2.

Tipo de caminos	Valor
Pavimentado	3
Con agregado pétreo	2
De tierra	1

b) Salud: se le asigna un peso de 1.

Detalle	Valor
Cambio de unidad Geomorfológica para acceder a una atención integral de salud y uso de un medio de transporte urbano	3
Cambio de Unidad Geomorfológica para acceder a una atención integral	

de salud y uso de un medio de transporte interurbano	2
Cambio de Unidad Geomorfológica para acceder a una atención integral de salud y uso de un medio de transporte distinto a la red vial	1
c) Educación: se le asigno un peso de 1.	
Población en edad escolar matriculada	Valor
Sobre 75% de la población	3
Entre el 50% y 75% de la población	2
Bajo el 50% de la población	1
d) Agua Potable: se le asigno un peso de 1.	
Cobertura por Cañería de Red Publica	Valor
Sobre 75% de las viviendas	3
Entre el 50% y 75% de las viviendas	2
Bajo el 50% de las viviendas	1
e) Electricidad: se le asigno un peso de 1.	
Cobertura	Valor
Sobre 75% de las viviendas	3
Entre el 50% y 75% de las viviendas	2
Bajo el 50% de las viviendas	1

Los resultados de este estudio identifican una serie de fronteras interiores del territorio nacional, caracterizando su nivel de criticidad de frontera. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

**Tabla 1.- Fronteras interiores definidas por el estudio IGM**

NOMBRE DE LA FRONTERA	NIVEL DE FRONTERA	COMUNAS INTEGRANTES	REGION
Estaciones Meridionales (Cordillera de la Costa)	Intermedia	Corral	X
		La Unión (parte oeste)	X
		San Juan de la costa	X
		Río Negro (parte oeste)	X
		Purranque (parte oeste)	X
		Fresia (parte oeste)	X
Los Muermos (parte oeste)	X		
Lago Ranco	Intermedia	Lago Ranco	X
Cochamó	Critica	Cochamó	X
Hualaihue	Intermedia	Hualaihue	X
Curaco de Vélez	Intermedia	Curaco de Vélez	X
Quinchao	Critica	Quinchao	X
Queilen-Puqueldon	Intermedia	Queilen	X
		Puqueldon	X
Futaleufú-Palena	Intermedia	Futaleufú	X
		Palena	X
Campos de Hielo Norte	No Critica	Cisnes (parte este)	XI
		Aysen (parte este)	XI
		Río Ibáñez	XI
		Chile Chico	XI
		Cochrane	XI
Lago Verde	Critica	Lago Verde	XI
Península de Taitao	Critica	Cisnes (parte oeste)	XI
		Aysen (parte oeste)	XI
Caleta Tortel-Villa O'higgins	Intermedia	O'higgins	XI
		Tortel	XI
Islas Guaitecas	Intermedia	Guaitecas	XI
Cordillera Patagónica Insular	Critica	Natales (parte Oeste)	XII
		Río Verde	XII
		Punta Arenas (parte oeste)	XII
		Navarino (parte norte)	XII
Torres del Paine	Intermedia	Torres del Paine	XII
Estepa Fría Magallánica	Intermedia	Laguna Blanca	XII
		San Gregorio	XII
Primavera	No critica	Primavera	XII
Timaukel	Intermedia	Timaukel	XII
Isla Ambarino	Intermedia	Navarino (parte sur)	XII

Fuente: Estudio de fronteras interiores IGM

### **1.2.- Estudio Integración de Territorios Aislados, SUBDERE**

Se plantea una definición de Territorios Aislados (TA), como aquellas comunas que se encuentran o poseen fuertes desventajas comparativas (territoriales), respecto de las otras comunas de la región. Esto, diferenciando su situación en términos físicos, económicos, demográfico - culturales y administrativos.

En la metodología se utiliza tanto indicadores que pueden ser caracterizados o tipificados como causas del aislamiento y otros que más bien corresponden a consecuencias o manifestaciones de tal condición, pero igualmente válidos para conforman un análisis discriminatorio integral de la situación relativa del conjunto de comunas de una región.

Entre los criterios utilizados en este estudio existen algunos que podrían clasificarse como criterios de aislamiento "duro", que normalmente tendrán permanencia en el tiempo y que presentan escasa o nula posibilidad de intervención o de alteración. Es el caso de la existencia de un clima difícil.

En cambio, los criterios que corresponden más bien a consecuencias, tales como los ligados al tema demográfico (mortalidad), los servicios públicos (presencia-ausencia), presentan posibilidades diversas de intervención desde las políticas públicas.

Para la definición de territorios aislados se utilizan, cinco criterios básicos de análisis: físico, administrativo - institucional, demográfico, socio - cultural y económico - presupuestario. Estos criterios son representados en este estudio por uno o más indicadores cualitativos o cuantitativos, cuya información estaba disponible para el conjunto de las comunas del país.

Asociado a lo anterior y como una forma de corroborar la pertinencia de los indicadores para definir el aislamiento, se realiza un análisis de los indicadores esenciales que caracterizan a un conjunto de territorios considerados como aislados dentro del país (definidos de común acuerdo con la contraparte técnica), y contrastando su realidad con la del resto de los territorios del país.

El siguiente es el listado de comunas aisladas, que se utilizó como territorios de control inicial, para efectos de la metodología aplicada en el estudio. Este listado fue acordado con SUBDERE<sup>1</sup>, sobre la base de una propuesta del equipo consultor:

- Colchane (Región de Tarapacá)
- Ollagüe (Región de Antofagasta)
- Quinchao y Palena (Región de Los Lagos)
- O'Higgins y Guaitecas (Región de Aysen)
- Torres del Paine y Timaukel (Región de Magallanes)

A estas comunas de control se le aplicaron una serie de indicadores para cada variable, para luego contrastar los valores de estos indicadores con la realidad de las comunas. La selección de los indicadores definitivos se realizó a partir de los indicadores aplicados en las comunas de control y/o de la redefinición resultante del análisis de los datos recopilados y de los criterios de análisis, todo ello con el propósito de discriminar los indicadores más representativos.

La identificación de TA a escala nacional, se realizó utilizando la unidad político administrativa comunal (como unidad básica de análisis), a cuyos territorios se les aplica los indicadores seleccionados, en función de los criterios físicos, administrativos - institucional, demográfico, socio - cultural y económico - presupuestario.

La metodología plantea la valoración de cada uno de los indicadores que conforman los 5 criterios. Cada uno de ellos tiene un peso relativo (porcentual), en función de su relevancia en la condición de aislamiento.

La aplicación de estos indicadores al contexto nacional, se realizó a través de la confección de matrices de valoración regional, en las cuales se pondera la información de cada indicador, para cada comuna.

Posteriormente se realizó la suma parcial de los valores asignados a cada comuna,

---

<sup>1</sup> Listado acordado en reunión de trabajo con la contraparte técnica del proyecto.

para cada uno de los cinco criterios de análisis y se confeccionó una matriz de valoración final, la que contiene los totales parciales para cada criterio. Cada criterio se ponderó por un peso relativo (ver tabla 3.2). El resultado final se obtiene de la suma de los valores ponderados de cada criterio.

Con relación a las ponderaciones, se estableció que los criterios más relevantes correspondían al criterio físico (al que se le asignó un 30%) y al criterio económico-presupuestario (con otro 30%). Lo anterior se debe a que, por una parte, las condiciones climáticas y físicas (distancia, accesibilidad, entre otros), son factores que originan y/o condicionan fuertemente la situación de aislamiento y, por otra, las condiciones económicas presupuestarias de una municipalidad impactan igualmente las posibilidades de desarrollar acciones y obras que disminuyan el aislamiento.

El criterio administrativo-institucional (jerarquía, servicios públicos, entre otros), se considera igualmente importante, aunque con un peso relativo menor (20%), por la relevancia que adquiere la presencia física del Estado, en la conformación y diferenciación de territorios con similares características.

Los dos criterios restantes (demográfico y sociocultural) fueron considerados con una ponderación de 10% cada uno, ya que en términos generales sus indicadores corresponden más bien a consecuencias y no a causas del aislamiento, aunque complementan la identificación de territorios aislados.

**Tabla 2.- Ponderación final por criterio**

CRITERIOS	PONDC. (%)	INDICADORES
Físico	30	1. Agresividad del medio (características climáticas) 2. Distancia (distancia caminera en Km. de la cabecera comunal respecto de la Capital Regional) 3. Accesibilidad (tipo o vía de acceso a la comuna)
Administrativo-Institucional	20	4. Servicios Públicos del Estado (presencia efectiva de los servicios públicos en la comuna) 5. Jerarquía Administrativa comunal (Comuna capital regional, comuna capital provincial, etc.) 6. Tasa de Profesionales (porcentaje de profesionales respecto de la planta total municipal)
Demográfico	10	7. Tasa de Crecimiento Demográfico 8. Densidad Poblacional (habitantes por Km <sup>2</sup> ) 9. Índice de Primacía (concentración de la población en cabecera comunal)
Socio-Cultural	10	10. Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. 11. Educación (Tasa de aprobación SIMCE) 12. Salud (Tasa de Mortalidad General) 13. Tasa de Población Indígena Comunal
Económico-Presupuestario	30	14. Nivel de dependencia de fondos externos (relación entre Ingresos propios permanentes (Montos) e Ingresos provenientes del Fondo Común Municipal) 15. Aislamiento de Mercado (Presencia o ausencia de EMAZA)

Fuente: Estudio de Diagnósticos y propuestas para integrar territorios aislados, SUBDERE

Para los territorios aislados se consideró la existencia de dos tipos de comunas: territorios con situación de aislamiento relativo y territorios con situación de aislamiento crítico. Para los territorios no aislados se consideró la existencia de dos tipos de comunas: territorios con situación de alta integración y territorios con situación de integración parcial.

Lo anterior se traduce en la necesidad de encontrar un valor que divida el universo de valores en dos grupos (aislados y no aislados), partiendo de la premisa, que un territorio es considerado aislado si cuenta con menos de la mitad de la ponderación máxima posible, es decir:

**Tabla 3.-** Umbrales por criterio

CRITERIO	VALORACION POSIBLE	MAXIMA	VALOR MEDIO	FACTOR PONDERACION (%)	DE	TOTAL
FISICO	9		4.5	30		1.35
ADMINISTRATIVO	9		4.5	20		0.90
DEMOGRAFICO	9		4.5	10		0.45
SOCIOCULTURAL	12		6.0	10		0.60
ECO-PRESUP.	6		3.0	30		0.90
Umbral de Corte						4.2

Fuente: Estudio de Diagnósticos y propuestas para integrar territorios aislados, SUBDERE

Entonces, a partir del umbral de corte identificado (4,2), se elaboraron cuatro rangos, utilizando la desviación estándar (1,27) del conjunto de puntajes finales comunales, obteniendo los siguientes rangos:

**Tabla 4.-** Clasificación final de comunas por nivel de aislamiento

RANGOS (Puntajes Finales)	CATEGORIAS	Nº DE COMUNAS
0,4 a 2,92	Territorios con situación de alta integración	82
2,93 a 4,2	Territorios con situación de integración parcial	121
4,21 a 5,47	Territorios con situación de aislamiento relativo	74
5,48 a 7,4	Territorios con situación de aislamiento crítico	25

Fuente: Estudio de Diagnósticos y propuestas para integrar territorios aislados, SUBDERE

## **ANEXO 2.2: METODOLOGIAS DE ANALISIS DE ACCESIBILIDAD**

**Minuta criterios de priorización DOP para proyectos de infraestructura portuaria de conexión (MOP 2002)**

La infraestructura Portuaria de Conexión pertenece a un programa de la Dirección llamado "Uniendo a Chile", destinado a mejorar las condiciones de conectividad nacional e internacional del país, beneficiando directamente a los habitantes de localidades aisladas, otorgándoles las facilidades de transporte, permitiéndoles acceder a los centros de abastecimiento y servicio, mejorando las condiciones de seguridad y tiempo en el traslado de personas, brindándole también oportunidades de comercialización de productos generados en la localidad potenciando sus actividades productivas, acercándoles además a nuevas oportunidades de trabajo.

Para priorizar entre este tipo de proyectos la DOP ha utilizado el estudio denominado "Diagnóstico y Propuestas para la Integración de Territorios Aislados" de agosto de 1999 encargado por la SUBDERE al Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Este estudio investigó en profundidad los aspectos negativos de las zonas aisladas en su desarrollo a nivel nacional, identificando y clasificando los territorios involucrados de acuerdo a su grado de aislamiento, según sus causas y principales efectos.

El estudio utiliza para la definición de territorios aislados cinco criterios básicos de análisis: físico, administrativo-institucional, demográfico, sociocultural y económico presupuestario. Estos criterios son representados por uno o más indicadores cualitativos o cuantitativos para el conjunto de las comunas del país.

La identificación de los territorios aislados utiliza la unidad político administrativa comunal como unidad básica de análisis, a cuyos territorios se les aplica los indicadores seleccionados, en función de los criterios antes nombrados.

Con relación a las ponderaciones, se establecen que los criterios más relevantes correspondían al criterio físico, al cual se le asignó un 30% y al criterio económico-presupuestario, con otro 30%, esto debido a que, por una parte, las condiciones climáticas y físicas son factores que originan y/o condicionan fuertemente la situación de aislamiento, y, por otra, las condiciones económicas presupuestarias de una municipalidad impactan igualmente las posibilidades de desarrollar acciones y obras que disminuyan el aislamiento.

El criterio administrativo-institucional, se considera igualmente importante, aunque con un peso relativo menor (20%), por la relevancia que adquiere la presencia física del Estado, en la conformación y diferenciación de territorios con similares características.

Los dos criterios restantes (sociocultural y demográfico) fueron considerados con una ponderación de 10% cada uno, ya que en términos generales sus indicadores corresponden más bien a consecuencias y no a causas del aislamiento, aunque complementan la identificación de territorios aislados.

**Tabla 5.-** Criterios Utilizados por la DOP para priorizar proyectos del programa IPC

CRITERIOS	PONDERACION	INDICADORES
Físico	30%	-Agresividad del medio (características climáticas)
		-Distancia (de la cabecera comunal a la Capital Regional)
		-Accesibilidad (tipo o vía de acceso a la comuna)

<b>Administrativo Institucional</b>	<b>- 20%</b>	-Servicios Públicos del Estado
		-Jerarquía Administrativa Comunal
		-Tasa de Profesionales
<b>Demográfico</b>	<b>10%</b>	-Tasa de crecimiento demográfico
		-Densidad Poblacional
		-Índice de Primacía
<b>Socio – Cultural</b>	<b>10%</b>	-Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas
		-Educación
		-Salud
		-Tasa de Población Indígena Comunal
<b>Económico Presupuestario</b>	<b>- 30%</b>	-Nivel de dependencia de fondos externos (FCM)
		-Aislamiento de Mercado (presencia o ausencia de EMAZA)

**Tabla 6.- Rangos de Clasificación**

Rango (en orden de prioridad)	Puntajes Finales por rango	Categoría
1	5.48 – 7.4	Territorios con Situación de Aislamiento Crítico
2	4.21 – 5.47	Territorios con Situación de Aislamiento Relativo
3	2.93 – 4.2	Territorios con Situación de Integridad Parcial
4	0.4 – 2.92	Territorios con Situación de Alta Integridad

**Metodología para la evaluación social de inversiones estatales en pequeños aeródromos fiscales (MOP 2002)**

La metodología busca identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios legítimamente atribuibles a la construcción, operación, ampliación, mejoramiento y mantenimiento de un pequeño aeródromo, a fin de entregar información pertinente para la toma de decisiones, complementando la metodología de infraestructura aeroportuaria vigente.

El alcance y ámbito de aplicación de esta metodología dentro del proceso de inversión pública, se refiere específicamente a las etapas de perfil y prefactibilidad de un proyecto.

**Definición de pequeño aeródromo**

Se define como un pequeño aeródromo al área terrestre habilitada para las operaciones de aviones monomotores y bimotores **livianos** con un peso máximo de despegue de hasta **5.700 kg.** (AUW1)<sup>2</sup>. Esta área tiene como infraestructura básica una pista de aterrizaje entre 500 y 800 metros de largo, por 20 metros de ancho, cuya superficie de rodado puede ser de asfalto, ripio, tierra o pasto; una plataforma de estacionamiento, que en algunos casos se encuentra separada de la pista por una calle de rodaje, y las marcas de pista del aeródromo, todo esto cercado y protegido de la entrada de personas, animales, vehículos o cualquier elemento que interfiera las operaciones de aterrizaje y despegue. El equipamiento básico lo compone un cataviento que orienta a los pilotos

<sup>2</sup> LEY 18.916, Código Aeronáutico Artículo 7°, (Santiago de Chile, Editorial Jurídica de Chile, julio de 1990), pág. 12.

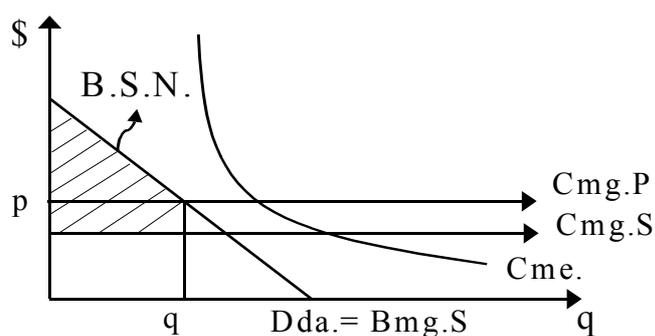
sobre la dirección e intensidad de las corrientes de aire del sector y en forma muy excepcional, cuentan con una Torre de Control (TWR) equipada para servicios de ayuda a la aeronavegación, radio, estación meteorológica, y en otros la infraestructura vertical es reemplazada por una estación AFIS, que consiste en la implementación de una radio de doble banda, a través de la cual el personal encargado (acreditado por la DGAC), notifica a los pilotos que requieren usar la pista sobre el estado de conservación de la misma y las condiciones meteorológicas.

Este tipo de infraestructura aeroportuaria se utiliza principalmente como apoyo a las diversas funciones desarrolladas por la comunidad, entre las cuales están: vuelos de servicio social en zonas aisladas, fronterizas o en procesos de colonización; mantener el contacto entre comunidades rurales y centros urbanos; traslado de rondas médicas, de alimentos, de enfermos y apoyo a los servicios institucionales (bancos, correo, Registro Civil, entre otros) y seguridad pública; traslado de carga y personas; realizar fumigaciones aéreas; detección y extinción de incendios forestales; prospección minera y pesquera, fotografía aérea; actividad turística y la instrucción de pilotos.

### Definición de Beneficios y Costos

Los beneficios sociales medibles para un aeródromo corresponden al área bajo la curva de demanda por los servicios que éste presta. Si éste está aislado cualquiera sea la tarifa que se cobre por su uso, los ingresos privados obtenidos por su operador serán inferiores a los beneficios sociales que éste aporte en el excedente del consumidor. Si se cumple que, cualquiera sea la tarifa, el operador no cubre sus costos totales, éste no construirá un aeródromo que quizás sea socialmente conveniente construir. Por tal situación es que los beneficios asociados a un pequeño aeródromo, son los siguientes:

#### Beneficios de pequeños aeródromos



Donde:

p: precio

q: cantidad

Cmg.S.: costo marginal social

Cmg.P.: costo marginal privado

Cme.: costo medio  
Dda.: demanda  
Bmg.S.: beneficio marginal social  
B.S.N.: beneficio neto social.

El gráfico muestra que el costo marginal privado es distinto del social, esta diferencia hace que el beneficio social neto sea siempre mayor que el beneficio privado. Además, el costo medio de producir está por sobre la demanda o beneficio marginal social, caso en el cual el privado no invertirá pues no le es rentable. Debido a las políticas económicas adoptadas por el país, puede suponerse que no es significativa la diferencia entre los costos privados y sociales de construir y operar un pequeño aeródromo, pero puede sostenerse que en casos como el presentado, los beneficios sociales obtenidos por su operación son mayores que los beneficios privados (los ingresos) que podría obtener el ejecutor por la venta de los servicios ofrecidos.

El rol subsidiador del estado normalmente se produce en las **zonas aisladas**, debido a la existencia de mercados no competitivos o ausencia de mercados, por lo que el Estado debe procurar que ellos existan.

En forma adicional, para los aeródromos debe considerarse el aporte de éstos a la **soberanía nacional**, definida como "el derecho de los Estados para organizarse dentro de su territorio y con independencia de toda política externa"<sup>3</sup>, desde este punto de vista también forma parte de la responsabilidad del Estado el emplazamiento de pequeños aeródromos en zonas fronterizas, el cual suele ser una contribución a la preservación de este derecho.

Para resguardar la soberanía, el Estado chileno ha determinado tres tipos de localidades donde se encuentra debilitada la soberanía y estas son: frontera interior no crítica, frontera interior intermedia y frontera interior crítica, correspondiendo esta última, a aquellas áreas del territorio nacional cuyas características geográficas, de clima, de accesibilidad, de infraestructura y de servicios hacen difícil el desarrollo y la integración de las localidades, por lo tanto, necesitan un fuerte apoyo por parte del gobierno local o central<sup>4</sup>.

Un pequeño aeródromo puede en algunos casos generar beneficios intangibles en términos de que éste ayuda a preservar la soberanía como consecuencia de que incentiva el poblamiento de una zona fronteriza, pues facilita su abastecimiento, la movilidad de la población radicada allí, el acceso a servicios públicos y privados o potenciar la actividad turística

La metodología de evaluación que se presenta, sigue una serie de pasos que permitan evaluar económicamente las alternativas, identificando, cuantificando y valorando los costos y beneficios que genera el proyecto, obteniendo un resultado que permita recomendar una decisión de inversión. En el caso de los pequeños aeródromos

---

<sup>3</sup> Fuerza Aérea de Chile, La Nación Estado, abril 1999, pag. 12.

<sup>4</sup> EJERCITO DE CHILE, Metodología empleada para la elaboración del mapa preliminar de fronteras interiores del territorio continental de Chile Sudamericano, (Santiago de Chile, Ejército de Chile, octubre de 1994), págs. 21-25.

además es posible recomendar decisiones de desinversión, pues no todos los proyectos son convenientes económicamente para el país.

La aplicación de la metodología de inversión y desinversión en pequeños aeródromos requiere dos pasos que son: primero la elegibilidad de proyectos y luego la conveniencia económica.

## **I. Elegibilidad**

La elegibilidad metodológica se basa en el principio de subsidiariedad del Estado, la que señala que éste debe proveer de bienes y servicios a la sociedad cuando el privado no lo hace porque no está dentro de su naturaleza hacerlo y además porque no le es rentable. Dos motivos que fundamentan el rol subsidiario del Estado en los pequeños aeródromos son el aislamiento y la soberanía, ya que no le corresponde al privado hacer inversiones que disminuyan los efectos del aislamiento o que preserven la soberanía, porque tampoco le son rentables.

Para que un proyecto de inversión en un pequeño aeródromo determinado pase el filtro de **elegibilidad**, debe demostrarse que los beneficios sociales aportados por el proyecto son **significativamente superiores**, a los ingresos que podría obtener el privado por la venta de servicios aeroportuarios, debido principalmente a la existencia de beneficios intangibles difíciles de cuantificar y valorar.

Entendiéndose que la elegibilidad es la decisión de evaluar económicamente un pequeño aeródromo porque cumple con condiciones que hacen que la inversión en él genere beneficios sociales, estos se han definido a través de los conceptos de preservación de la soberanía, disminución del aislamiento y demanda efectiva.

### **A. Preservación de la soberanía**

La soberanía es un principio fundamental del Estado y como ente político deber protegerla, para ello define zonas en las que debe ejercer su autoridad. El Decreto Supremo N° 1.166<sup>5</sup> del Ministerio de Relaciones Exteriores señala 54 zonas completamente fronterizas a lo largo del país, las que incluyen políticas de apoyo y de preservación de la soberanía. El Ejército de Chile identificó alrededor de 20 áreas geográficas denominadas fronteras interiores<sup>6</sup>. De estas, las que resultan importantes para la metodología son las denominadas "fronteras interiores críticas", en donde la soberanía tiene mayor grado de vulnerabilidad. Según estas clasificaciones es posible establecer que, si un aeródromo se localiza en una zona fronteriza podría cumplir una función de soberanía nacional. Sin embargo, la solicitud expresa de inversión en pequeños aeródromos de las instituciones correspondientes tales como los Ministerios de Defensa y relaciones Exteriores y las Fuerzas Armadas y de Orden, será la garantía que recomendará la elegibilidad, y la inversión al mínimo costo será entonces, responsabilidad del Estado.

### **B. Disminución de los efectos del aislamiento**

Para reconocer si un aeródromo cumple una función de disminución de los efectos del aislamiento en una zona aislada, se debe evaluar la frecuencia y calidad de los medios de transporte con que cuenta la localidad, lo que se compara con el transporte aéreo. Las variables que determinan el aislamiento son las siguientes:

---

<sup>5</sup> Decreto Supremo N° 1.166, Fija comunas fronterizas del territorio nacional, del Ministerio de Relaciones Exteriores del 20 de julio de 1999.

<sup>6</sup> Ejército de Chile, "Estudio de Fronteras Interiores", 1994.

1) Ausencia de conectividad: Si no existe un medio de transporte alternativo al aéreo, y la distancia caminando es superior a 8 horas hasta un lugar que cuente al menos con medios de transporte alternativos, lo que equivale a una jornada laboral completa, la localidad se califica como aislada. No se debe considerar la caminata como medio alternativo de transporte.

2) Tiempo de viaje superior a 24 horas: Esta variable se refiere a que si existe un medio alternativo de transporte al aéreo en la localidad donde se encuentra el aeródromo o se pretende construir, el tiempo de viaje, desde y hacia la capital regional u otra ciudad más cercana con similar equipamiento, sea superior a 24 horas (sin caminata). Entonces, la zona se califica como aislada y hace conveniente evaluar económicamente la alternativa de contribuir a disminuir el aislamiento por medio de un aeródromo.

3) Frecuencia irregular de las alternativas de transporte: Si la frecuencia de los medios alternativos de transporte al aéreo, es irregular y no permite mantener contacto permanente con la zona aislada, imposibilitando la fluidez de las comunicaciones y del mismo transporte. La frecuencia de las alternativas de transporte deben permitir al menos el contacto constante dentro del año. Si el aeródromo se encuentra en una zona con estas características entonces es elegible para evaluar económicamente la conveniencia de su inversión.

Debido a las diferentes características climáticas del país, cada una de las alternativas presentadas con anterioridad, deberán ser respaldadas con datos sobre la estacionalidad o en que períodos del año y por cuánto tiempo, se produce el aislamiento y cuales son los efectos inmediatos.

#### **C. Demanda**

En este criterio se considera la demanda global, es decir, de todos los medios de transporte presentes en el sector de estudio. En el caso de los aeródromo u otros modos no controlados, se realizará una estimación de su movimiento a través de encuestas y entrevistas a usuarios o informantes claves de la localidad.

En el caso específico de los pequeños aeródromos, la demanda será entendida como el número real de operaciones realizadas en una unidad de tiempo y su respectivo motivo de viaje. Para los otros modos de transporte, la información se registrará según las metodologías respectivas.

Si el resultado de este análisis arroja que el transporte aéreo no es competitivo ni en frecuencia ni en costos, el pequeño aeródromo no será elegible.

#### **D. Decisión**

Si el lugar donde se emplaza o emplazará el aeródromo cumple con una o más de las características antes descritas, entonces es elegible.

En el caso en que el aeródromo no sea elegible, se propone eliminarlo del programa de inversiones de la DAP, a esta decisión se la denomina desinversión, que no es más que el abandono del aeródromo por parte del Estado. Esto no necesariamente significa su cierre definitivo, ya que puede existir la posibilidad de que algún privado desee operarlo y mantenerlo en funcionamiento.

Por el contrario, si el proyecto de inversión en un aeródromo pasa el filtro de

elegibilidad, lo siguiente es evaluar la conveniencia para el país de invertir en ese aeródromo a través de una evaluación de costos y beneficios. Si el aeródromo es elegible significa que requiere una evaluación económica para determinar la conveniencia de invertir en él dada su rentabilidad o la existencia de alternativas de menor costo para obtener los mismos beneficios, aquí surge el segundo paso en la evaluación, que responde si es conveniente para el país invertir en el pequeño aeródromo.

Todo lo anterior debe ir acompañado del análisis de la red aeroportuaria existente, es decir, no sólo estudiar la red fiscal sino que incorporar al desarrollo del transporte aéreo la infraestructura privada, ya que su sola presencia apoya la seguridad aérea en zonas con condiciones climáticas adversas, incorpora como elementos de distintos pares origen destino y aumenta la cobertura de pistas por concepto de emergencias aéreas y/o evacuaciones aeromédicas.

## II. Conveniencia

Se trata de una evaluación económica de la inversión que permite determinar si es conveniente para el país invertir recursos en pequeños aeródromos fiscales.

La conveniencia económica se evalúa a través del análisis costo beneficio que toma distintos criterios de evaluación, según el tipo de inversión que se quiera realizar. Las inversiones se definen basándose en cuatro tipo de proyectos que comúnmente se presentan al Sistema Nacional de Inversiones para su evaluación.<sup>7</sup>

### **A. Proyectos de construcción**

Un proyecto de construcción es la acción que corresponde a la materialización de un servicio que no existe a la fecha. Se refiere exclusivamente, a la construcción de un pequeño aeródromo nuevo.

### **B. Proyectos de mejoramiento y ampliación**

Un proyecto de **mejoramiento** es aquella acción que tiene por objeto aumentar la **calidad** de una infraestructura existente.

Un proyecto de **ampliación** es aquella acción que tiene por objeto aumentar la **capacidad** de servicio de la infraestructura existente.

### **C. Proyecto de conservación**

Estos proyectos se refieren a aquella acción tendiente a mantener los estándares de servicio e infraestructura que corresponden a un funcionamiento predeterminado. Según su grado de deterioro pueden ser:

- 1) Reparación: acción que tiene como finalidad recuperar una infraestructura del deterioro.
- 2) Reposición: acción que tiene como finalidad la renovación parcial o total de un servicio ya existente sin cambio en la capacidad y/o calidad del mismo.

---

<sup>7</sup> MIDEPLAN, Manual de Sistema de Estadísticas Básicas de Inversión, SEBI 2.001 (Santiago de Chile, Departamento de Inversiones, 2000), págs. 3-4 Anexo N° 3.

Cada uno de estos proyectos se enfrenta a diferentes decisiones que implican identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios asociados a los distintos tipos de proyectos, sin contar los beneficios sociales intangibles identificados previamente en la etapa de elegibilidad.

## **Identificación de Beneficios**

### **A. Beneficio por venta de servicios aeroportuarios**

Es el ingreso generado por la venta de los servicios aeroportuarios del aeródromo.

### **B. Beneficios intangibles**

Los beneficios intangibles que se obtienen de la evaluación de un proyecto de pequeños aeródromos son: la contribución a la preservación de la soberanía y la disminución de los efectos del aislamiento y su aporte al desarrollo económico, cultural y turístico del sector.

### **C. Beneficios Netos**

Ya que en este tipo de proyecto no son habituales los beneficios por venta de servicios aeroportuarios y los beneficios intangibles no son medibles y cuantificables, por lo tanto los beneficios netos se obtienen del ahorro de costos de la diferencia entre la situación "con" y "sin" proyecto. Por este concepto se presentan dos tipos de ahorros de costos:

1. Beneficio por ahorro de costos de operación y conservación de los aeródromos  
Corresponden a los ahorros obtenidos por diferencia entre los costos de inversión y conservación de la situación base optimizada versus los de la situación "con" proyecto.

2. Beneficio por ahorro de C.G.V.  
Al comparar los tipos de tránsito en la situación "con" y "sin" proyecto se pueden obtener beneficios por **ahorro de tiempo de viaje** y **ahorro de costos** que conforman los costos generalizado de viaje (CGV), sin embargo, dado que los flujos de aeronaves y los costos directos de operación no son significativos en este tipo de proyectos, podrían ser despreciables. Los ahorros de CGV, pueden venir de la comparación del transporte aéreo con el costo del transporte alternativo al aéreo o de la comparación entre los distintos tipos de flujos de tránsito aéreo que se presentan a continuación:

a) Tránsito normal: flujos de aeronaves que no cambian su ruta de viaje en la situación "con" proyecto.

b) Tránsito desviado: flujos de aeronaves que cambian su ruta de viaje en el "con" proyecto, pero mantienen su origen destino.

c) Tránsito generado: son los flujos nuevos originados a raíz de la habilitación de un nuevo aeródromo.

d) Tránsito transferido: flujos de aeronaves que cambian su origen destino en el "con" proyecto, sin embargo este tipo de flujos no es común en los proyectos de inversión en pequeños aeródromos.

## **Beneficios específicos por tipo de proyecto**

- **Proyectos de construcción**

Los beneficios de la construcción de un aeródromo se obtienen de la comparación de los diferenciales entre beneficios y costos de la situación "con" y "sin" proyecto, estas variaciones deben ser relevantes para ser consideradas como beneficios. Tal efecto se puede producir al ahorrar costos generalizados de viaje (CGV), por los distintos tipos de tránsito aéreo (normal, desviado, generado, transferido) o por el transporte alternativo al aéreo. Por ejemplo, si se construye un nuevo aeródromo, llegarían aviones a la localidad donde antes llegaba solo el helicóptero, entonces es necesario evaluar los costos y beneficios de este cambio y determinar si existiría una variación de los vuelos del helicóptero con la construcción del aeródromo.

Los beneficios intangibles de la construcción de un pequeño aeródromo se consideran en la elegibilidad, pues los beneficios directos atribuibles al proyecto pueden ser muy marginales y en ocasiones pueden no existir, entonces los verdaderos beneficios sociales son la preservación de la soberanía, la disminución del aislamiento o incluso ambas.

- **Proyectos de mejoramiento y ampliación**

Cuando el proyecto es mejorar, entonces el beneficio es el ahorro de costos de conservación del aeródromo, porque al mejorar una pista el valor anualizado de las conservaciones se reduce.

Cuando el proyecto es de ampliación, el beneficio es de tránsito desviado o tránsito generado porque los proyectos de ampliación por definición aumentan la capacidad del servicio, por lo tanto, producto de las obras podrían llegar naves más grandes con mayor capacidad de pasajeros y carga, por ejemplo de 1.370 Kg. AUV/1 a 5.700 kg. AUV/1. Si la ampliación es para aviones con un peso superior a 5.700 Kg. AUV/1, definidos en el Manual de Evaluación Social de Proyectos de Inversión en Infraestructura Aeroportuaria como de "aviación local"<sup>8</sup>, se hace necesario un estudio de mercado, en este caso es aplicable la metodología en ella descrita, dado que se pueden cuantificar y valorar beneficios. En este último caso los pequeños aeródromos que se amplíen podrían dejar de considerarse como tales.

- **Proyecto de conservación**

Si el proyecto corresponde a conservación, entonces lo que se hace es comparar el programa de conservación óptimo para el aeródromo en evaluación, determinado por la instancia técnica, con un programa de conservación alternativo que genere los mismos beneficios que la conservación óptima, es decir, mantener operativo el aeródromo pero con costos diferentes. La conservación "técnicamente óptima" puede no ser la mejor económicamente, ya que es posible que se presente una sobre inversión en relación con el uso real del aeródromo y las reales necesidades de conservación, es decir, mantener una infraestructura habilitada para recibir 300 operaciones al año, siendo que en realidad sólo recibe tres.

Los beneficios de un proyecto de conservación están representados por los diferenciales de los costos entre la conservación óptima y la alternativa.

### **Identificación de costos**

---

<sup>8</sup> Se entiende como tal a la aviación que tiene una capacidad entre 6 a 19 pasajeros definida en el "Manual de Evaluación Social de Proyectos de Inversión en Infraestructura Aeroportuaria", 1994, página 8-6.

### **A. Costos de Inversión**

Corresponde al detalle y memoria de cálculo de los diferentes costos y el análisis de precio unitario correspondiente, considerando las condiciones locales, ya que pueden haber diferencias significativas en el precio de ciertos ítems de una región a otra.

El detalle se hace por cada uno de los elementos necesarios para el funcionamiento de un pequeño aeródromo: pista, calle de rodaje (si existe) y plataforma. Sin embargo, si el proyecto original así lo establece, se incluyen caminos, terminal de pasajeros, instalaciones de apoyo y servicios, todos ellos desagregados en partidas principales, considerando entre éstas: las expropiaciones, preparación de faja, demoliciones, extracción, excavaciones, confección de terraplenes, sub-base, base y la carpeta de rodado.

Los costos se presentan en valores unitarios y con fecha de referencia, cubriendo las cantidades en los planos generales preparados y desglosados según el tipo de mano de obra, moneda e impuestos.

### **B. Costos de conservación de aeródromos**

Los costos de conservación o mantenimiento consideran todas aquellas mantenciones realizadas a la infraestructura horizontal y vertical de un pequeño aeródromo durante el horizonte de evaluación.

Al igual que en los costos de inversión, los costos de mantenimiento deberán desglosarse según el tipo de mano de obra, moneda e impuestos.

### **C. Costo de operación de aeródromos**

Los principales ítems de operación son el costo en personal, costos en servicios básicos (agua, luz, teléfono), combustibles, servicios de terceros (aseo, jardines y otros), y algunas obras menores en señalética, equipos de radio ayuda, en sistemas de emergencia y en las edificaciones.

### **D. Costo de operación del transporte alternativo al aéreo**

Este costo incluye el costo del pasaje del transporte alternativo al aéreo y el costo del tiempo de viaje.

### **E. Costo de operación del transporte aéreo**

Este costo incluye el costo del pasaje aéreo más el costo del tiempo de viaje.

## **Horizonte de evaluación**

Es el período que se define para estimar los beneficios y costos pertinentes a este. Para su determinación, se deben tomar en cuenta los siguientes factores: vida útil de equipos y/o infraestructura, comportamiento en el tiempo de los beneficios y costos y certidumbre de las proyecciones realizadas por tipo de proyecto. En el caso de los proyectos de inversión en pequeños aeródromos el horizonte de evaluación será infinito, con el fin de simplificar la evaluación de una infraestructura que presenta costos constantes en el tiempo.

## **Indicadores**

**A. Tasa de descuento social**

Es la tasa con la cual se descuentan los flujos de caja para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), y es la rentabilidad mínima que se le exige a un proyecto social. La actual tasa de descuento esta definida por MIDEPLAN y corresponde al 12% anual.

**B. Cálculo de los indicadores de rentabilidad**

Los indicadores de rentabilidad que se calcularán, son básicamente dos:

i) Valor Actual Neto (VAN): corresponde a los flujos de caja netos de un proyecto, actualizados a tasa de descuento definida en los parámetros de evaluación.

ii) Valor Actual de Costos (VAC): corresponde a los flujos de caja netos, siendo estos sólo costos actualizados a la tasa de descuento definida en los parámetros de evaluación

**Preparación de Proyectos**

**Análisis de antecedentes**

En esta etapa del proyecto, se debe hacer una recopilación y análisis de la información referente al aeródromo, la cual deberá incluir entre otros, datos geográficos, demográficos y económicos de la zona de influencia, como también definir en el diagnóstico de la situación actual si el pequeño aeródromo es la alternativa más rentable para problemas tales como falta de integración, emergencias, colonización, entre otros.

**A. Antecedentes de zona de influencia**

Dentro de este punto, se deberá informar respecto de las características topográficas y climáticas de la zona donde se emplazará el aeródromo, verificando que la realidad del lugar no obstaculicen las operaciones aéreas que potencialmente se desarrollarán en el sector. Esto irá acompañado de una carta de ubicación de la localidad asistida y otros centros poblados relacionados, mediante planos autorizados del Instituto Geográfico Militar (IGM) y de esquema donde se representen las superficies limitadoras de obstáculos de aproximación y despegue, aplicando los contenidos del anexo 14 de la OACI. Además, deberán identificarse todos los aeródromos que estarían cercanos al lugar de emplazamiento del proyecto.

**B. Características demográficas**

Se deberá informar sobre el número de habitantes del sector y las características socioeconómicas de los mismos, tales como el total de familias, ingresos promedios, principales actividades económicas, nivel de educación y si son asistidas a través de la red social gubernamental. Dichos antecedentes pueden ser obtenidos a través de los municipios o las SEREMIS correspondientes. Además, se deberán presentar las proyecciones de crecimiento poblacional de la zona, tomando como base las tasas calculadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para la comuna donde se ubica o donde se ubicará el aeródromo evaluado.

Este tipo de información es relevante para la evaluación del proyecto, debido a que por medio del conocimiento de las características de la potencial demanda de los servicios aeroportuarios, se podrá definir tanto el tamaño como el momento óptimos para la inversión.

**C. Infraestructura existente**

Junto con las características del terreno y la población que habita en el sector, se deberá informar sobre la infraestructura existente en los distintos ámbitos, tales como educación, salud, servicios de agua, alcantarillado y teléfono, seguridad ciudadana y transporte.

#### D. Características del transporte

Se deberán describir todos los medios de transportes alternativos al aéreo existentes en la localidad, identificando la calidad de los mismos, puntos origen-destino más importantes y la frecuencia de ocupación. Junto con ello, se señalarán los costos directos de transporte (valor de pasaje, peajes, combustible, entre otros) y los tiempos de desplazamiento para cada par origen-destino, utilizando como base de cálculo para éste último, el Valor Social del Tiempo (VST) como costo adicional. El cálculo de este valor lo realiza MIDEPLAN y es entregado como parámetro cada año.

#### E. Transporte aéreo existente

Respecto del transporte aéreo, si éste existiese, se debe describir la situación actual de este medio, señalando las características de la infraestructura horizontal y vertical del aeródromo y que capacidad posee, además, es imprescindible analizar el movimiento actual y pasado de las operaciones aéreas, para lo cual se recopilarán antecedentes sobre el número de vuelos, pasajeros y carga que son atendidas en el lugar para cada par origen-destino identificado. En caso que no existiesen estadísticas sobre estos, se recurrirá a informantes claves del lugar para estimar la demanda actual y los motivos de viaje más recurrentes.

Otro aspecto a considerar, es el precio actual tanto de los pasajes como de la carga, identificando si existe algún tipo de subsidio al transporte. Además, identificar si existe la alternativa de helicópteros institucionales, tanto de las Prefecturas Aeropoliciales de Carabineros de Chile como de grupos especiales de la Fuerza Aérea, quienes transportan en forma regular y gratuita a los lugareños y su carga en las zonas con mayor aislamiento.

### **Evaluación del proyecto**

En esta etapa del proyecto, se aplicará la metodología de pequeños aeródromos, definiendo si el aeródromo en cuestión, es elegible para la evaluación económica o no. Esto se realizará a través del análisis de los antecedentes en los cuales quede claro si representa un apoyo a la soberanía nacional o si su presencia permitirá disminuir los efectos del aislamiento.

Una vez que haya pasado el flujo de la elegibilidad, se procederá a evaluar la conveniencia económica de ejecutar el proyecto.

#### A. Optimización y determinación de la situación "sin" proyecto

Esta situación "sin" proyecto, tiene que considerar la mejor solución al problema posible, sin tener que invertir montos significativos. En esta etapa se deberán definir los costos de conservación mínimos necesarios para mantener operativo al aeródromo, para esto se deberá presentar un programa de conservación o restauración, sin que a través de ellos, los mejoramientos signifiquen un aumento en la capacidad y/o calidad del aeródromo.

Con estos antecedentes, se calcularán los indicadores de VAN y TIR de la situación "sin" proyecto.

Frente a las características de este tipo de aeródromos, será recomendable realizar una evaluación de la alternativa **Uso de Helicóptero**, considerando sólo sus costos de operación y tiempo de viaje, ya que por sus características técnicas, este tipo de aeronave no requiere de una infraestructura especial para poder operar.

#### B. Proyecto de inversión

En esta etapa de la presentación, se describen todas las obras a realizar con sus respectivas especificaciones técnicas. Junto con esto, se registran el presupuesto global de la inversión, identificando cada ítem con sus cantidades y precios unitarios, incluyendo los costos de transporte, impuestos, gastos administrativos y utilidades.

Además, será necesario agregar el programa de conservación futura del aeródromo, con el propósito de calcular los indicadores VAN y TIR que reflejen cuan rentable será el proyecto.

#### C. Evaluación técnico-económica

Una vez que se han calculado los indicadores de rentabilidad de las tres opciones: situación "sin" proyecto, situación "con" proyecto y el uso de helicópteros, se deberá recomendar la alternativa de mayor VAN o en su defecto, de menor VAC.

### **Metodología de priorización de inversión y mantención en pequeños aeródromos fiscales (CADE 1999)**

#### **Generalidades**

Para poder establecer la prioridad de inversión y manutención de cada pequeño aeródromo se debe estudiar las características principales que hacen necesaria la existencia actual de cada uno de ellos y revisar el estado actual o niveles de calidad de su infraestructura y equipamiento de apoyo.

Para resolver lo anterior se debe recopilar antecedentes acerca de las actividades que rigen la vida de las comunidades cercanas y que se ven apoyadas con el uso de estos aeródromos, tales como, las actividades comerciales o económicas, de turismo, de supervisión y amagos de posibles incendios, evacuación de enfermos, patrullajes militares o de carabineros y de apoyo en eventuales catástrofes naturales o de origen industrial, así como de apoyo a las actividades científicas y educacionales tanto nacionales como internacionales que existan en el entorno.

Se debe considerar a su vez, planes geopolíticos a nivel nacional como el de mantener una adecuada presencia en las zonas limítrofes y de aumentar el número de habitantes en zonas alejadas que recientemente están siendo colonizadas o tienen baja densidad poblacional.

Además se debe evaluar la importancia que representa cada aeródromo en la seguridad de la aeronavegación, otorgando apoyo visual y radial en zonas que presentan escasos elementos de apoyo a esta actividad, permitiendo contar con suficiente apoyo terrestre que permita establecer continuidad en el vuelo y facilitar aterrizajes de emergencia producidos por cambios meteorológicos imprevistos a lo largo de la ruta o por presentarse fallas mecánicas durante el vuelo.

En una etapa paralela se debe recopilar antecedentes referentes al estado de la infraestructura y del equipamiento de apoyo actual de cada aeródromo, involucrando la evaluación del estado de la pista, su longitud y ancho, capacidad de soporte,

vegetación, así como de las áreas de aproximación, franja de seguridad, fosos y drenajes, señalizaciones aeronáuticas, cercos perimetrales, instalaciones de oficinas, hangares, equipos y vehículos de apoyo.

Se debe considerar que la periodicidad de mantenimiento de cada uno de los elementos antes señalados es distinta, por lo que se hace necesario establecer cuál es el elemento crítico que permite un buen funcionamiento del pequeño aeródromo y así poder obtener la periodicidad crítica de mantención.

Esta situación se hace necesaria debido a que estos aeródromos pueden presentar condiciones climáticas adversas que los afectan por largos períodos, ubicaciones alejadas de los centros de distribución de materiales y equipamiento, y alto grado de aislamiento durante el año, que sólo hace posible que el programa de mantención se aplique en determinadas épocas del año.

Se debe pensar en un programa de mantención tal, que permita conservar la infraestructura en aceptables condiciones operacionales distanciando las intervenciones tanto como esta condición básica lo permita.

La periodicidad de mantención crítica para cada pequeño aeródromo diferirá dependiendo del elemento crítico y de las condiciones climáticas y ambientales imperantes en el lugar donde se ubica.

Para fijar el período, se debe evaluar la erosión eólica, hidráulica y pluviológica, la velocidad de crecimiento de la vegetación, acciones de animales domésticos, presencia de agentes oxidantes y corrosivos, velocidad de pudrición de maderas, duración de marcas de pista y mangas señalizadoras de dirección e intensidad de vientos.

La periodicidad de mantención es un elemento que requiere especial atención, debido a que ella hará que un aeródromo de importancia similar a otros sea atendido primero, desplazando la mantención e inversión de los restantes a un período posterior dentro de los márgenes aceptables de operatividad.

Complementariamente al método de evaluación multicriterio que se describe más adelante, se analizó la posible aplicación de un tercer elemento, adicional a los aspectos socioeconómicos y de infraestructura que considera el citado método, como lo es el I-VAN u otro de carácter económico como relaciones entre inversión y cantidad de operaciones. No obstante, esto fue desechado, ya que las variables con las cuales se ha realiza la evaluación multicriterio son esencialmente opuestas a algún indicador económico.

En efecto, en la evaluación de los criterios socioeconómicos se concede mayor puntaje a zonas aisladas, con condiciones climáticas adversas, con alto tráfico, con escaso o nulo medio de transporte alternativo, con desarrollo económico potencial y en que el aeródromo es importante como apoyo a la aeronavegación. Por otra parte, en la evaluación de los criterios de infraestructura se califica con mayor puntaje aquellos pequeños aeródromos que se encuentran en mal estado o su infraestructura es insuficiente para los requerimientos de la zona. Todos estos elementos comprometen una inversión en mantención, en que aquellos pequeños aeródromos con mayores necesidades requerirán de una inversión mayor. Luego, el ponderar esta evaluación con un indicador económico, anularía los objetivos sociales que se esperan lograr con la evaluación de aspectos socioeconómicos y de infraestructura.

Las inversiones en mantención generarán beneficios sociales al contar con un medio de comunicación adecuado y en algunos casos únicos para una población que se encuentra en sectores con un importante grado de aislamiento. Por otra parte, la priorización obtenida es un buen referente para formular un presupuesto de acuerdo a las disponibilidades de cada Dirección Regional.

### **Metodología**

La metodología que permite establecer una priorización de las inversiones a realizar en pequeños aeródromos, con el fin de optimizar la inversión pública, se realiza valorando ciertas características asociadas a cada pequeño aeródromo alternativo. De acuerdo a lo anterior, se tiene que en el cumplimiento del objetivo básico de optimizar la inversión pública, se establecen características de los pequeños aeródromos, debidamente estructuradas, a las cuales se le denomina criterios de evaluación; los pequeños aeródromos serán las alternativas a priorizar y el valor que se asigna a cada criterio por pequeño aeródromo se denomina "peso".

El método de evaluación multicriterio aplicado en el presente estudio, no es de tipo general, sino que se ha diseñado especialmente para la evaluación de pequeños aeródromos. Esto ha implicado un acabado análisis de los criterios de evaluación y de las alternativas de valoración, lo cual permite una evaluación objetiva e independiente de cada pequeño aeródromo.

Cabe señalar que la metodología definida no realiza una comparación directa entre pequeños aeródromos, sino que ésta se va generando en forma objetiva, al efectuar el ejercicio de valoración de criterios para cada pequeño aeródromo por separado, según la estructura de evaluación planteada para cada criterio. Esto es necesario realizarlo de esta forma, debido a la dificultad que conlleva efectuar un análisis comparativo de 18 criterios respecto a un gran número de pequeños aeródromos. Ello por cuanto sería difícil relacionar muchas alternativas dependientes con mínimas inconsistencias.

Si bien este método es más laborioso en su concepción, pues implica establecer cinco niveles de características objetivas para valorar para cada criterio, permite eliminar las inconsistencias que pueden producirse, al establecer un método de comparación directa entre alternativas.

En efecto, la comparación directa entre alternativas puede llevar a inconsistencias, incluso en procesos de evaluación multicriterio apoyados por aplicaciones computacionales. De hecho estos mismos software traen incorporado el cálculo del índice de inconsistencia, a través del cual se puede realizar sensibilizaciones que disminuyan la inconsistencia a valores razonables. Este no es el caso del método aplicado en el presente estudio, pues, como fue indicado, para cada criterio de evaluación se definieron cinco niveles de valoración, los cuales se aplican en forma objetiva independientemente a cada aeródromo, sin considerar en la calificación la situación de aeródromos alternativos. En esta situación no corresponde obtener un índice de inconsistencia, ya que éste sólo es aplicado cuando existe una cadena de relaciones entre variables dependientes.

El sistema de priorización de inversión y mantención en pequeños aeródromos considera en su globalidad ponderar las características socioeconómicas y estratégicas del aeródromo y el estado de la infraestructura actual del mismo (criterios de evaluación), para así obtener un listado de priorización que considere los criterios involucrados.

La primera etapa se inicia con la selección de los criterios que se consideran relevantes para la priorización.

Entre ellos se encuentran las características de ubicación, geopolítica, antecedentes demográficos, clima, actividades económicas y sociales, medios y vías alternativas de transporte, equipamiento de salud, apoyo a la aeronavegación y las proyecciones de desarrollo zonal que posee cada uno de los pequeños aeródromos.

A continuación se debe valorar los criterios para cada aeródromo.

De la valorización y evaluación se obtiene un listado de los pequeños aeródromos ordenados de mayor a menor puntaje asignado según las características socioeconómicas y estratégicas propias de cada uno de ellos.

En una segunda etapa se debe recopilar y elaborar los antecedentes acerca de los elementos de infraestructura y de apoyo relevantes para la priorización de la mantención e inversión. Asimismo, se deben definir categorías y ponderaciones de elementos según la importancia relativa entre ellos. Dentro de cada categoría existirán niveles de puntajes. Al respecto se debe valorar la situación de la infraestructura y del estado del equipo de apoyo existente en el aeródromo.

También se debe determinar las necesidades básicas de mantención y las condiciones climáticas que se tienen durante el año, para así establecer la periodicidad crítica que tiene cada aeródromo.

Con esto se obtiene otro listado de los aeródromos ordenados de mayor a menor puntaje asignado según el estado de los elementos de infraestructura y de apoyo (el aeródromo que tenga mejor estado de sus elementos tendrá menor prioridad en este listado).

En una tercera etapa se debe establecer la ponderación que tiene cada uno de los ranking anteriores en el ranking final.

Luego de ponderar los resultados de los dos listados anteriores, se obtiene un listado de los aeródromos ordenados de mayor a menor priorización de inversión y mantención, que en conjunto con el cálculo de montos requeridos para cada aeródromo, entrega la asignación de fondos para cada uno de ellos, maximizando la sumatoria de los puntajes calculados.

La metodología de priorización de inversión y mantención en pequeños aeródromos considera en su detalle recopilar la información estimada relevante, para su posterior clasificación y evaluación.

Recopilación de la información.

La primera etapa consiste en obtener al menos los siguientes antecedentes de cada aeródromo y de su entorno:

- Ubicación geográfica.
- Carácter geopolítico de la zona.
- Antecedentes demográficos.
- Condiciones climáticas de la zona.
- Actividades desarrolladas en la zona.

- Medios y vías de transporte alternativos.
- Equipamiento de salud más cercana.
- Proyecciones de desarrollo zonal.
- Importancia del apoyo a la aeronavegación que entrega.
- Infraestructura y equipamiento de apoyo en el aeródromo.

Se considera a estos factores y elementos como los de relevancia para realizar la priorización. Pueden existir otros que deben ser consultados directamente a los responsables de cada aeródromo en particular o en general, y que deberán ser agregados al proceso.

A continuación se presenta la metodología de procesamiento de información, la cual se divide en dos secciones, una de análisis de los antecedentes socioeconómicos, demográficos, estratégicos, climáticos y otra en que se evalúa la información de equipos e infraestructura.

#### Procesamiento de Antecedentes Socioeconómicos y Estratégicos.

En esta parte se debe clasificar y analizar la información de acuerdo a factores o categorías de evaluación. Estas categorías a su vez están subdivididas en niveles, cada uno de ellos con distintos puntajes, que representan el grado de importancia de priorización de mantención e inversión.

Para determinar las ponderaciones de los criterios de evaluación, en primer término se establecerá la relación entre cada criterio, basado en la experiencia del consultor. De esta forma se determinará una matriz de relaciones, a la cual se determinará el vector propio que dará cuenta de las ponderaciones absolutas de cada criterio de evaluación. Luego se verificará la consistencia de este vector, de acuerdo a la siguiente relación:

Sea

- M Matriz de relaciones (n x n)
- V Vector propio
- I Escalar correspondiente al índice de consistencia, el cual debe tender al valor del tamaño de la matriz M

$$M * V = I * V$$

El índice de consistencia debe tender al valor del tamaño de la matriz de relaciones y debe igualar los vectores resultantes de la igualdad anterior.

A continuación se definen los criterios de evaluación:

**Tabla 7.-** Criterios Socioeconómicos y Estratégicos

	CRITERIOS
a	Ubicación geográfica
b	Carácter geopolítico de la zona
c	Antecedentes demográficos
d	Condiciones climáticas de la zona
e	Actividades desarrolladas en la zona
f	Medios y vías de transporte alternativos
g	Equipamiento de salud más cercano
h	Proyecciones de desarrollo zonal
i	Importancia como apoyo a la aeronavegación

Efectuado el análisis comparativo de los criterios anteriores, se ha establecido la siguiente matriz de relaciones entre los mismos:

**MATRIZ DE RELACIONES**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47
b	2,86	1,00	2,86	2,86	2,86	1,67	1,33	2,00	1,33
c	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47
d	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47
e	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47
f	1,71	0,60	1,71	1,71	1,71	1,00	0,80	1,20	0,80
g	2,14	0,75	2,14	2,14	2,14	1,25	1,00	1,50	1,00
h	1,43	0,50	1,43	1,43	1,43	0,83	0,67	1,00	0,67
i	2,14	0,75	2,14	2,14	2,14	1,25	1,00	1,50	1,00

Los cálculos realizados para cumplir con la relación  $M * V = I * V$ , han determinado que el vector propio V es el siguiente, con un índice de consistencia igual a  $I = 9$ :

a	0,07
b	0,20
c	0,07
d	0,07
e	0,07
f	0,12
g	0,15
h	0,10
i	0,15

Los valores de esta relación se presentan a continuación:

MATRIZ DE RELACIONES										VECTOR PROPIO	INDICE DE CONSIST.	VECTOR PROPIO	RESULTADO
	a	b	c	d	e	f	g	h	i				
a	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47	0,07	= 9,00 *	0,07	0,63
b	2,86	1,00	2,86	2,86	2,86	1,67	1,33	2,00	1,33	0,20		0,20	1,80
c	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47	0,07		0,07	0,63
d	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47	0,07		0,07	0,63
e	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,58	0,47	0,70	0,47	0,07		0,07	0,63
f	1,71	0,60	1,71	1,71	1,71	1,00	0,80	1,20	0,80	0,12		0,12	1,08
g	2,14	0,75	2,14	2,14	2,14	1,25	1,00	1,50	1,00	0,15		0,15	1,35
h	1,43	0,50	1,43	1,43	1,43	0,83	0,67	1,00	0,67	0,10		0,10	0,90
i	2,14	0,75	2,14	2,14	2,14	1,25	1,00	1,50	1,00	0,15		0,15	1,35

El desarrollo de las categorías y sus subdivisiones se describe a continuación.

- a) Ubicación Geográfica: Se refiere a establecer la ubicación geográfica del pequeño aeródromo e indicar la distancia al aeródromo más cercano.

Se tiene una escala de puntaje dependiente de la distancia al aeródromo más cercano.

- Nivel 1: (0) Distancia a aeródromo más cercano inferior a 50 km.
- Nivel 2: (25) Distancia a aeródromo más cercano entre 51 Km y 100 km.
- Nivel 3: (50) Distancia a aeródromo más cercano entre 101 km y 150 Km
- Nivel 4: (75) Distancia a aeródromo más cercano entre 151 km. y 200 km.
- Nivel 5: (100) Distancia a aeródromo más cercano superior a 200 km.

b) Carácter Geopolítico de la Zona.

Dependiendo del carácter geopolítico puede darse el siguiente esquema de puntajes:

- Nivel 1 : (0) Zona con importancia geopolítica nula.
- Nivel 2 : (25) Zona consolidada en cuanto a soberanía, cuyo desarrollo económico y social se desea mantener.
- Nivel 3 : (50) Zona con desarrollo económico y social menos avanzado, pero en proceso de consolidación de soberanía.
- Nivel 4 : (75) Región extrema o aislada o zona recientemente colonizada en la que se quiere aumentar el número de habitantes. Estas zonas no presentan conflictos limítrofes o de accesos alternativos.
- Nivel 5 : (100) Zonas o sectores que presentan algún conflicto limítrofe potencial o activo y que son inaccesible por medios alternativos. También se incluye en este nivel aquellas zonas de interés estratégico por existencia de elementos económicos, medioambientales o sociales que proteger, promover y/o desarrollar.

c) Antecedentes Demográficos.

Considera la población que se encuentra dentro del área de influencia del pequeño aeródromo, para así definir niveles de asignación de puntaje según demandas potenciales.

Al existir mayor cantidad de población existe un mayor potencial de usuarios de los servicios que entrega el aeródromo.

- Nivel 1 : (0) Zona de influencia sobre una población inferior a las 500 personas.
- Nivel 2 : (25) Zona de influencia sobre una población entre 501 y 1.000 personas.
- Nivel 3 : (50) Zona de influencia sobre una población entre 1.000 y 5.000 personas.
- Nivel 4 : (75) Zona de influencia sobre una población entre 5.001 y 10.000 personas.
- Nivel 5 : (100) Zona de influencia sobre una población superior a las 10.001 personas.

d) Condiciones Climáticas de la Zona.

Considera las condiciones climáticas imperantes en la zona en que se ubica el aeródromo, indicando su tipo (viento, lluvia, sol, nieve, otro), su intensidad y su frecuencia.

Aquí se distinguen dos clasificaciones: transporte aéreo dispensable y transporte aéreo indispensable.

- Transporte aéreo dispensable, es aquel que se realiza en una zona en la cual el transporte alternativo entrega un nivel similar

de servicio que el aéreo, tanto por confortabilidad y distancia al poblado más cercano.

- Transporte aéreo indispensable, es aquel que se realiza en una zona en la cual el transporte aéreo es la única alternativa de transporte capaz de proveer un nivel de servicio razonable, especialmente en el caso de pasajeros, correo y algunos tipos de cargas.

Nivel 1 : (0) Zona con características climáticas apropiadas durante 8 a 12 meses y donde el transporte aéreo es dispensable

Nivel 2 : (25) ) Zona con características climáticas apropiadas durante 4 a 8 meses y donde el transporte aéreo es dispensable

Nivel 3 : (50) Zona con características climáticas apropiadas durante 1 a 4 meses y donde el transporte aéreo es dispensable

Nivel 4 : (75) Zona con características climáticas apropiadas durante 6 a 12 meses y donde el transporte aéreo es indispensable

Nivel 5 : (100) Zona con características climáticas apropiadas durante un periodo menor a 6 meses y donde el transporte aéreo es indispensable

e) Actividades Desarrolladas en la Zona.

Se refiere a las actividades que existen en el entorno al aeródromo y cómo se desglosan. Se deben clasificar las actividades según lo siguiente, indicando su existencia y la frecuencia de viajes que genera mensualmente:

- i) Comerciales o económicas.
- ii) Turismo.
- iii) Patrullaje militar o carabineros.
- iv) Evacuación de enfermos.
- v) Apoyo a catástrofes industriales o naturales (distintas a incendios).
- vi) Vigilancia y extinción de incendios.
- vii) Científicas y educacionales.

Dependiendo de la frecuencia de cada actividad en uso de servicios del aeródromo puede darse el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 : (20) Zona con frecuencia inferior a 50 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida (50 atenciones) y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son uno o dos solamente.

Nivel 2 : (25) Zona con frecuencia inferior a 50 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida (50 atenciones) y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son tres o cuatro o bien zona con frecuencia de 51 a 100 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son uno o dos solamente.

Nivel 3 : (50) Zona con frecuencia inferior a 50 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son cinco a siete o bien zona con frecuencia de 51 a 100 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son tres o cuatro o bien zona con frecuencia superior a 100 viajes mensuales, sumados los

de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son uno o dos.

Nivel 4 : (75) Zona con frecuencia entre 51 y 100 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son cinco a siete o bien zona con frecuencia superior a 100 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son tres o cuatro.

Nivel 5 : (100) ) Zona con frecuencia superior a 100 viajes mensuales, sumados los de ingreso y los de salida y cuyos motivos de viaje, mencionados anteriormente, son cinco a siete.

f) Medios y Vías de Transporte Alternativos.

Considera los siguientes aspectos:

- Determinar los tipos de transportes alternativos que existen para acceder y salir de la zona de influencia del aeródromo.
- Establecer la frecuencia de cada uno de ellos.
- Determinar las vías alternativas.
- Indicar el estado de las vías alternativas.
- Indicar el tiempo mínimo de viaje a comunidades más cercanas en medios alternativos.

Dependiendo de la frecuencia de los transportes alternativos, del tiempo de viaje y el estado de las vías alternativas puede darse el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 : (0) Zona con frecuencia mensual de transporte alternativo al aéreo cinco veces superior al uso aéreo, además las vías alternativas son apropiadas para su uso gran parte del año (más de 9 meses) y el tiempo de viaje a otra localidad más desarrollada es inferior a 4 horas.

Nivel 2 : (25) Zona con frecuencia mensual de transporte alternativo al aéreo entre 4 a 5 veces superior al uso aéreo, pero las vías alternativas son apropiadas sólo una parte del año (entre 6 a 9 meses) o el tiempo de viaje a otra localidad más desarrollada toma entre 4 horas a 6 horas normalmente.

Nivel 3 : (50) Zona con frecuencia mensual de transporte alternativo al aéreo entre 3 a 4 veces superior al uso aéreo, o las vías alternativas son apropiadas sólo una parte del año (entre 3 a 6 meses) o el tiempo de viaje a otra localidad más desarrollada toma entre 6 horas a 8 horas normalmente.

Nivel 4 : (75) Zona con frecuencia mensual de transporte alternativo al aéreo 3 veces superior al uso aéreo, o las vías alternativas son apropiadas sólo una parte del año (menos de 3 a 6 meses) o el tiempo de viaje a otra localidad más desarrollada toma entre 8 horas a 10 horas normalmente.

Nivel 5 : (100) Zona con frecuencia mensual de transporte alternativo al aéreo menos de 3 veces superior al uso aéreo, o las vías alternativas son apropiadas sólo una mínima parte del año (menos de 3 meses) o el tiempo de viaje a otra localidad más desarrollada es superior a 10 horas.

g) Equipamiento de Salud más Cercano.

Se debe considerar niveles que indiquen si el aeródromo se encuentra ubicado en una zona que carece o no de servicios de salud aceptables, indicando la distancia más cercana a la comunidad que si los posea.

Los niveles tendrán relación con las características de equipamiento e infraestructura del servicio de salud y con la distancia a un centro médico más avanzado.

Dependiendo de la capacidad de atención en número de camas y del equipamiento de servicios médicos que se encuentren en la zona en que se localiza el aeródromo puede darse el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 : (0) Aeródromos ubicados en zonas que cuentan con equipamiento de salud a nivel de hospital y son capaces de resolver la mayoría de los casos médicos.

Nivel 2 : (25) Aeródromos ubicados en zonas que cuentan con equipamiento de salud a nivel de hospital y que necesitan algún apoyo aéreo para eventuales casos médicos que lo requieran.

Nivel 3 : (50) Aeródromos ubicados en zonas con equipamiento de salud a nivel de consultorio.

Nivel 4 : (75) Aeródromos ubicados en zonas que poseen servicios médicos básicos, pero requieren apoyo aéreo para traslados a centros mejor equipados en casos especiales y de emergencia.

Nivel 5 : (100) Aeródromos ubicados en zonas que carecen por completo de servicios de salud, de modo que frecuentemente se producen evacuaciones aeromédicas.

h) Proyecciones de Desarrollo Zonal.

Se debe establecer si existen planes de desarrollo zonal que permitan crear niveles que indiquen la necesidad de mantención del aeródromo que cubre tal zona. Además se debe evaluar las necesidades de apoyo del aeródromo para el desarrollo de la actividad económica, la importancia de los recursos existentes, las necesidades de apoyo aéreo para realizar prospecciones y las necesidades de apoyo a actividades de colonización.

Estos planes tendrán distinto puntaje dependiendo del grado de certeza de llevarlos a cabo y del plazo en que se desarrollará (largo, mediano y corto plazo).

Dependiendo de estos conceptos puede darse el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 : (0) Aeródromos que no prestan apoyo al fomento de actividades económicas ni a la colonización. Además no existe un plan de desarrollo definido para la zona.

Nivel 2 : (25) Aeródromos ubicados en zonas que cuentan con un plan de desarrollo a largo plazo o que prestan poco apoyo al fomento de actividades económicas relevantes en la zona.

Nivel 3 : (50) Aeródromos localizados en una zona que cuentan con un plan de desarrollo a mediano plazo o que fomentan alguna actividad económica de mediana relevancia en la zona.

Nivel 4 : (75) Aeródromos ubicados en zonas que poseen un plan de

desarrollo a corto plazo o que fomentan alguna actividad económica de importancia en la zona.

Nivel 5 : (100) Aeródromos ubicados en zonas en que se están abriendo nuevos mercados económicos, los recursos a explotar son abundantes o que posean un plan de desarrollo económico para la zona que aconseje la permanencia del aeródromo como apoyo al aumento de la población o de la actividad económica. Pueden fomentar dos o más actividades económicas de importancia en la zona.

i) Importancia como Apoyo a la Aeronavegación.

La seguridad de vuelo exige la existencia de pistas cada 100 Km aproximadamente y la existencia de radioayudas en el área, lo que facilita el aterrizaje de emergencia por motivos de fallas mecánicas o de cambios climáticos imprevistos a lo largo de la ruta. El primer aspecto ya fue evaluado en el primer criterio de evaluación.

En este criterio se evalúa entonces la existencia de radioayudas en el área, además se evalúa aspectos como la topografía del sector que cubre la ruta, que puede impedir descensos de emergencia en cualquier lugar y que hace necesaria la existencia de un aeródromo pequeño y las condiciones climáticas también influyen en este punto.

Dependiendo de estos conceptos puede darse el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 : (0) Aeródromos ubicados en zonas con buena visibilidad, condiciones climáticas favorables durante el año, existencia de radioayudas y con topografía que permitiría aterrizajes de emergencia.

Nivel 2 : (25) Aeródromos ubicados en zonas con buena visibilidad, condiciones climáticas favorables durante el año, puede no existir radioayudas y con topografía irregular que eventualmente permitiría aterrizajes de emergencia.

Nivel 3 : (50) Aeródromos ubicados en zonas con visibilidad regular, condiciones climáticas regulares durante el año, puede no existir radioayudas y con topografía que eventualmente permitiría aterrizajes de emergencia.

Nivel 4 : (75) Aeródromos ubicados en zonas con visibilidad regular, condiciones climáticas regulares durante el año, puede no existir radioayudas y con topografía que no permite aterrizajes de emergencia.

Nivel 5 : (100) Aeródromos ubicados en zonas con mala visibilidad, malas condiciones climáticas durante gran parte del año, no existe radioayudas y con topografía que no permite aterrizajes de emergencia. Este aeródromo es muy importante como apoyo a la aeronavegación.

j) Resumen

En el siguiente cuadro se muestra una aplicación de ejemplo.

**ESQUEMA DE RANKING DE AERODROMOS SEGÚN PUNTAJES  
CALCULADOS POR CRITERIO SOCIOECONOMICO Y ESTRATEGICO**

CRITERIOS	UBICACIÓN	CARACTER GEOPOLITICO	DEMO- GRÁFICO	CLIMA	ACTIVIDADES ECONOMICAS Y OTRAS	MEDIOS Y VIAS TRANSPORTE ALTERNATIVO	SALUD	DESARROLLO ZONAL	APOYO AERO- NAVEGACION	PUNTAJE TOTAL
PONDERADOR	0,07	0,20	0,07	0,07	0,07	0,12	0,15	0,10	0,15	
AERÓDROMO										
Aeródromo A	25	100	50	25	75	25	25	25	25	45,25
Aeródromo B	75	25	25	50	50	50	50	25	75	46,25
Aeródromo C	25	50	25	25	25	50	100	25	25	44,25
Aeródromo D	50	75	25	50	50	50	25	25	100	54,50

ENTONCES EL RANKING DE PRIORIZACION SEGÚN CRITERIO SOCIOECONÓMICOS Y ESTRATÉGICOS QUEDA ASÍ:

AERÓDROMO D	54,50
AERÓDROMO A	45,25
AERÓDROMO C	44,25
AERÓDROMO B	46,25

**Criterios de Infraestructura y Equipamiento.**

Para el caso del equipamiento de apoyo y de la infraestructura del aeródromo se realiza un proceso similar al descrito anteriormente.

Se debe determinar y describir la infraestructura existente en cada aeródromo, clasificándola según se indica a continuación, indicando su estado:

- Pista: Superficie (existencias de calaminas, partículas, hoyos, ahuellamiento, pérdida de material), capacidad de soporte, vegetación.
- Áreas de aproximación.
- Franja de seguridad.
- Fosos y drenajes.
- Señalizaciones aeronáuticas.
- Cercos perimetrales.
- Oficinas.
- Hangares.
- Equipos de apoyo a la aeronavegación, radio u otros
- Vehículos de apoyo.

Se consideran a estos elementos como los de relevancia para realizar la priorización. Pueden existir otros que deben ser consultados directamente a los responsables de cada aeródromo en particular o en general, y que deben ser agregados al proceso.

A continuación se definen los criterios de evaluación:

**Tabla 8.-** Criterios de Infraestructura

	CRITERIOS
a	Pista
b	Áreas de aproximación y franja de seguridad
c	Fosos y drenajes
d	Señalizaciones aeronáuticas
e	Cercos perimetrales
f	Oficinas
g	Hangares
h	Equipos de apoyo a la aeronavegación, radio u otros
i	Vehículos de apoyo

Efectuado el análisis comparativo de los criterios anteriores, se ha establecido la siguiente matriz de relaciones entre los mismos:

MATRIZ DE RELACIONES

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a	1,00	2,33	2,92	3,50	5,00	11,67	11,67	2,92	11,67
b	0,43	1,00	1,25	1,50	2,14	5,00	5,00	1,25	5,00
c	0,34	0,80	1,00	1,20	1,71	4,00	4,00	1,00	4,00
d	0,29	0,67	0,83	1,00	1,43	3,33	3,33	0,83	3,33
e	0,20	0,47	0,58	0,70	1,00	2,33	2,33	0,58	2,33
f	0,09	0,20	0,25	0,30	0,43	1,00	1,00	0,25	1,00
g	0,09	0,20	0,25	0,30	0,43	1,00	1,00	0,25	1,00
h	0,34	0,80	1,00	1,20	1,71	4,00	4,00	1,00	4,00
i	0,09	0,20	0,25	0,30	0,43	1,00	1,00	0,25	1,00

Los cálculos realizados para cumplir con la relación  $M * V = I * V$ , han determinado que el vector propio V es el siguiente, con un índice de consistencia igual a I = 9:

<b>a</b>	0,35
<b>b</b>	0,15
<b>c</b>	0,12
<b>d</b>	0,10
<b>e</b>	0,07
<b>f</b>	0,03
<b>g</b>	0,03
<b>h</b>	0,12
<b>i</b>	0,03

Los valores de esta relación se presentan a continuación:

MATRIZ DE RELACIONES										VECTOR PROPIO	INDICE DE CONSIST.	VECTOR PROPIO	RESULTADO
	a	b	c	d	e	f	g	h	i				
a	1,00	2,33	2,92	3,50	5,00	11,67	11,67	2,92	11,67	0,35	= 9,00 =	0,35	3,15
b	0,43	1,00	1,25	1,50	2,14	5,00	5,00	1,25	5,00	0,15		0,15	1,35
c	0,34	0,80	1,00	1,20	1,71	4,00	4,00	1,00	4,00	0,12		0,12	1,08
d	0,29	0,67	0,83	1,00	1,43	3,33	3,33	0,83	3,33	0,10		0,10	0,90
e	0,20	0,47	0,58	0,70	1,00	2,33	2,33	0,58	2,33	0,07		0,07	0,63
f	0,09	0,20	0,25	0,30	0,43	1,00	1,00	0,25	1,00	0,03		0,03	0,27
g	0,09	0,20	0,25	0,30	0,43	1,00	1,00	0,25	1,00	0,03		0,03	0,27
h	0,34	0,80	1,00	1,20	1,71	4,00	4,00	1,00	4,00	0,12		0,12	1,08
i	0,09	0,20	0,25	0,30	0,43	1,00	1,00	0,25	1,00	0,03		0,03	0,27

El desarrollo de las categorías y sus subdivisiones se describe a continuación.

Estas categorías a su vez están subdivididas en niveles con distintos puntajes, que representan el grado de importancia de priorización de mantención e inversión.

La asignación de puntaje debe realizarse para cada uno de los elementos. Su inexistencia da origen al análisis de si es necesario incorporar el elemento o no al aeródromo. Si no es necesario incorporarlo se asigna un puntaje igual a cero, de lo contrario se asigna un puntaje según lo imperioso de la necesidad.

El desarrollo de las categorías y sus subdivisiones se describe a continuación:

a) Pista.

Dependiendo de la operatividad y del estado de la pista se tiene el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 (0) : El estado de la pista es tal que su superficie de rodado es dura, lisa, libre de charcos y con pendientes transversales y longitudinales inferiores al 2% y 5% respectivamente. Además el tráfico de aeronaves y las condiciones climáticas imperantes en la zona son soportables por la pista por un periodo prolongado superior a 18 meses, sin perjuicio de afectar la seguridad de la pista.

Nivel 2 (25) : El estado de la pista es tal que su superficie de rodado es dura, lisa, libre de charcos y con pendientes transversales y longitudinales inferiores al 2% y 5% respectivamente. El tráfico de aeronaves y las condiciones climáticas imperantes en la zona son soportables por la pista por un período entre 12 a 18 meses, sin perjuicio de afectar la seguridad de la pista.

Nivel 3 (50) : El estado de la pista es tal que su superficie de rodado es dura, lisa, libre de charcos y con pendientes transversales y longitudinales inferiores al 2% y 5% respectivamente. El tráfico de aeronaves y las condiciones climáticas imperantes en la zona son soportables por la pista por un período entre 9 y 12 meses, sin perjuicio de afectar la seguridad de la pista.

Nivel 4 (75) : El estado de la pista es tal que su superficie de rodado ha perdido material o presenta calaminas u hoyos o ahuellamiento, puede existir presencia de charcos y pendientes transversales y longitudinales mayores al 2% y 5% respectivamente. El tráfico de aeronaves y las condiciones climáticas imperantes en la zona son soportables por la pista por un periodo máximo de 9 meses.

Nivel 5 (100) : El estado de la pista es tal que en su superficie de rodado existe vegetación (originada por el clima, por la falta de mantención, pero no por la falta de tráfico), pérdida material, calaminas u hoyos o ahuellamiento. También puede existir presencia de charcos y pendientes transversales y longitudinales mayores al 2% y 5% respectivamente. El tráfico de aeronaves y las condiciones climáticas imperantes en la zona son soportables por la pista por un periodo máximo de 6 meses.

b) Áreas de Aproximación y Franja de Seguridad.

Dependiendo de la operatividad y del estado de la superficie de aproximación se tiene el siguiente esquema de puntajes:

Nivel 1 (0) : El crecimiento de la vegetación no interfiere con la superficie de aproximación. El crecimiento de la vegetación en esta zona es muy lento. Mantiene su estado por más de 3 años.

Nivel 2 (25) : El crecimiento de la vegetación no interfiere con la superficie de aproximación. El crecimiento de la vegetación en esta zona es lento. Mantiene su estado por más de 2 años.

Nivel 3 (50) : El crecimiento de la vegetación puede interferir con la superficie de aproximación. El crecimiento de la vegetación en esta zona es más rápido. Mantiene su estado por más de 12 meses.

Nivel 4 (75) : El crecimiento de la vegetación puede interferir con la superficie de aproximación. El crecimiento de la vegetación en esta zona es rápido. Mantiene su estado por más de 6 meses.

Nivel 5 (100) : El crecimiento de la vegetación interfiere con la superficie de aproximación. El crecimiento de la vegetación en esta zona es muy rápido. Mantiene su estado por menos de 6 meses.

c) Fosos y Drenajes.

Dependiendo de las condiciones del sistema de evacuación de aguas lluvias o subterráneas se prolongara el buen estado del aeródromo. El esquema de puntajes que se tiene es el siguiente:

Nivel 1 (0) : Zona que no requiere sistema de evacuación de aguas lluvias o subterráneas.

Nivel 2 (25) : El sistema de evacuación de aguas lluvias o subterráneas existente en el aeródromo es suficiente para el nivel pluviológico que presenta la zona. Actualmente no necesita mantención.

Nivel 3 (50) : El sistema de evacuación de aguas lluvias o subterráneas existente en el aeródromo es suficiente para el nivel pluviológico que presenta la zona. Actualmente necesita mantención.

Nivel 4 (75) : El sistema de evacuación de aguas lluvias o subterráneas existente en el aeródromo es insuficiente para el nivel pluviológico que presenta la zona.

Nivel 5 (100) : No existe un sistema de evacuación de aguas lluvias o subterráneas en el aeródromo y el nivel pluviológico que presenta la zona lo hace necesario.

d) Señalizaciones Aeronáuticas.

Dependiendo de las condiciones de las señales aeronáuticas se tiene mayor seguridad en el aeródromo y mayor apoyo a la aeronavegación. La duración de las marcas de pista y catavientos depende de la pluviosidad, de la intensidad del viento y de los agentes corrosivos y oxidantes existentes en el sector. El esquema de puntajes que se tiene es el siguiente:

Nivel 1 (0) : El estado de las señalizaciones es buena y la zona en que se localiza el aeródromo no requiere de una mantención permanente. La mantención se puede realizar cada 18 meses sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 2 (25) : El estado de las señalizaciones es buena. La mantención se debe realizar cada 12 meses sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 3 (50) : El estado de las señalizaciones es regular. La acción del viento y la pluviosidad hacen que se requiera mantener las señalizaciones cada 6 meses sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 4 (75) : El estado de las señalizaciones es mala. La acción del viento y la pluviosidad es normal y no se requiere mantener las señalizaciones antes de 12 meses sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 5 (100) : El estado de las señalizaciones es mala. La acción del viento y la pluviosidad es regular a mala lo que hace que se requiera mantener las señalizaciones cada 6 meses sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

e) Cercos Perimetrales.

La duración de los cierros depende de los mismos factores que las de las señalizaciones aeronáuticas. A su vez se debe considerar si el sector donde se emplaza el aeródromo es una zona ganadera, ovina o bovina, o próxima a un poblado. El esquema de puntajes que se tiene es el siguiente:

Nivel 1 (0) : El estado de los cierros perimetrales es adecuado y su ubicación apropiada. La próxima mantención se puede realizar dentro de 18 meses más sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 2 (25) : El estado de los cierros perimetrales es regular y su ubicación es apropiada, pero la próxima mantención se debe realizar dentro de 12 meses más sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 3 (50) : El estado de los cierros perimetrales es regular o su ubicación es inapropiada, pero la próxima mantención se debe realizar dentro de 6 meses más sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 4 (75) : El estado de los cierros perimetrales es mala y su ubicación es apropiada. Puede existir un centro poblado cercano o animales alrededor. La próxima mantención se debe realizar dentro de 6 meses más sin involucrar menoscabo de la seguridad del aeródromo.

Nivel 5 (100) : El estado de los cierros perimetrales es mala y su ubicación es inapropiada. Existe un centro poblado cercano o animales alrededor.

f) y g) Oficinas y Hangares.

La mayoría de estos pequeños aeródromos no cuentan con este tipo de instalaciones, pero en algunos de ellos puede existir la necesidad de incorporarlos. En los que existe, se debe mantener apropiadamente para prolongar su vida útil.

El esquema de puntajes que se tiene es el siguiente:

Nivel 1 (0) : No existen oficinas ni hangares. No existe la necesidad de complementar el aeródromo con estos elementos.

Nivel 2 (25) : No existen oficinas ni hangares. Existe la necesidad de complementar el aeródromo con estos elementos.

Nivel 3 (50) : Existen oficinas o hangares en buenas condiciones. No existe la necesidad de mantención antes de 18 meses.

Nivel 4 (75) : Existen oficinas o hangares en regulares condiciones. Existe la necesidad de mantención antes de 18 meses.

Nivel 5 (100) : Existen oficinas o hangares en regulares condiciones. Existe la necesidad de mantención antes de 12 meses.

h) Equipos de Apoyo a la Aeronavegación, Radio u Otros.

Existen zonas en que la necesidad de apoyo a la aeronavegación se hace imprescindible y es recomendable la existencia de radioayuda como elemento de seguridad.

El esquema de puntajes que se tiene es el siguiente:

Nivel 1 (0) : No existe este tipo de equipos y se analiza que este aeródromo no lo requiere.

Nivel 2 (25) : No existe este tipo de equipos y se analiza que este aeródromo si lo requiere.

Nivel 3 (50) : Existe este tipo de equipos en buenas condiciones y no existe la necesidad de mantención de 18 meses.

Nivel 4 (75) : Existe este tipo de equipos en regulares condiciones. Existe la necesidad de mantención antes de 18 meses.

Nivel 5 (100) : Existe este tipo de equipos en regulares condiciones. Existe la necesidad de mantención antes de 12 meses.

i) Vehículos de Apoyo.

El esquema de puntajes que se tiene es el siguiente:

Nivel 1 (0) : No existe necesidad de vehículos para apoyar la gestión diaria del aeródromo.

Nivel 2 (25) : No existe este tipo de elemento y se analiza que este aeródromo si lo requiere.

Nivel 3 (50) : Existe este tipo de elemento en buenas condiciones y no existe la necesidad de mantención de 18 meses.

Nivel 4 (75) : Existe este tipo de elemento en regulares condiciones. Existe la necesidad de mantención antes de 18 meses.

Nivel 5 (100) : Existe este tipo de elemento en regulares condiciones. Existe la necesidad de mantención antes de 12 meses.

En el siguiente cuadro se muestra una aplicación de ejemplo.

**ESQUEMA DE RANKING DE AERODROMOS SEGÚN PUNTAJES  
CALCULADOS POR ESTADO DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE APOYO DEL AERÓDROMO**

CRITERIOS	PISTA	AREAS DE APROXIMAC. Y FRANJA DE SEGURIDAD	FOSOS Y DRENAJE	SEÑALIZACION AERONAUTICA	CERCOS PERIMETRALE	OFICINAS Y HANGARES	EQUIPOS DE RADIO Y OTROS	VEHICULOS DE APOYO	PUNTAJE TOTAL
PONDERADOR	0,35	0,15	0,12	0,10	0,07	0,06	0,12	0,03	
AERÓDROMO									
Aeródromo A	25	100	50	25	75	25	25	25	42,75
Aeródromo B	75	25	25	50	50	50	50	75	52,75
Aeródromo C	25	50	25	25	25	50	100	25	39,25
Aeródromo D	50	75	25	50	50	50	25	100	49,25

ENTONCES EL RANKING DE PRIORIZACION QUEDA ASÍ:

AERÓDROMO B	52,75
AERÓDROMO D	49,25
AERÓDROMO A	42,75
AERÓDROMO C	39,25

Definición de Ponderación de Rankings Final.

Siguiendo con el ejemplo anterior, los puntajes asignados a cada pequeño aeródromo según lo descrito en las secciones 7.2.2 y 7.2.3 se ponderan según el peso relativo que tengan los criterios socioeconómicos frente al estado de la infraestructura y de los equipos de apoyo del aeródromo en cuestión.

Con lo anterior se obtiene el ranking final de priorización de mantención e inversión de los pequeños aeródromos.

**Cuadro 7.5  
ESQUEMA DE RANKING FINAL DE PEQUEÑOS AERODROMOS**

Calculados por ponderación de criterios socioeconómicos y estado de infraestructura y equipos de apoyo de los P.A.

PEQUEÑO AERÓDROMO	CRITERIOS DE EVALUACION		PUNTAJE TOTAL
	SOCIOECONOMICO Y ESTRATEGICO 0,9	INFRAESTRUCTURA EQUIPOS DE APOYO 0,1	
AERÓDROMO A	45,25	42,75	45,00
AERÓDROMO B	46,25	52,75	46,90
AERÓDROMO C	44,25	39,25	43,75
AERÓDROMO D	54,5	49,25	53,98

Entonces el rankin de priorización de mantención de los pequeños

aeródromos queda así:

Aeródromo D	53.98
Aeródromo B	46.90
Aeródromo A	45.00
Aeródromo C	43.75

### **priorización de inversiones en pequeños aeródromos**

A continuación corresponde asignar valores a los diferentes criterios socioeconómicos, estratégicos y de infraestructura. Para estos efectos se ha considerado principalmente los antecedentes del catastro de pequeños aeródromos y el juicio experto de quienes visitaron y/o conocen los pequeños aeródromos en estudio. Además el análisis se ha apoyado en cartografía vigente, antecedentes climáticos, demográficos y de actividad económica publicados por las instituciones respectivas.

De acuerdo a lo anterior, a cada punto de la matriz compuesta por los pequeños aeródromos y los criterios de evaluación, se le asigna un valor de acuerdo a la estructura de niveles definidos para cada criterio, generándose un puntaje por cada grupo de criterios (socioeconómico e infraestructura).

De acuerdo a la metodología aplicada, los valores obtenidos para los criterios de evaluación socioeconómicos y estratégicos y criterios de evaluación de infraestructura, se ponderan por los factores 0,9 y 0,1 respectivamente, obteniéndose el puntaje total definitivo.

Por otra parte, se determinó los valores de mantención y se definió una tipología de aeródromo, las cuales se indican a continuación:

- Aeródromo tipo I. Son aeródromos que requieren mantención parcial anual e integral cada tres años.
- Aeródromos tipo II. Son aeródromos que requieren mantención parcial cada tres años e integral cada seis años.
- Aeródromos tipo III. Son aeródromos que requieren mantención parcial cada tres años e integral cada nueve años.

Los valores de mantención determinados son los siguientes:

Mantención Parcial:	\$29.711.620
Mantención Integral:	\$58.599.560

Según la metodología de priorización aplicada, mientras más elevado es el puntaje obtenido por un aeródromo, mayor importancia tiene para la zona que sirve y por consiguiente su conservación se hace más imprescindible. En consecuencia se realiza un ranking donde se ordenan los aeródromos, estando la prioridad reflejada por el puntaje total obtenido.

En el caso de las inversiones en nuevos aeródromos, se consideró el valor estimado por aeródromo \$91.623.680 y fueron asignados en el año 1 no obstante que en definitiva cada Dirección Regional involucrada pueda tener su propia programación de acuerdo a presupuestos ya asignados.

### **Metodología de identificación y evaluación de subsidios de transporte rural (MINTRATEL 1998)**

En Chile existe un número importante de localidades que sufren de problemas de aislamiento, dado que el escaso número de habitantes y su precario desarrollo económico, no permiten generar una demanda que justifique la existencia de servicios de transporte regulares con tarifas acorde a su realidad.

A través de un programa de subsidios al transporte, el Estado ha asumido la responsabilidad de asegurar adecuadamente la accesibilidad a los habitantes de esas zonas, garantizando por una parte el abastecimiento de productos básicos, y por otra proporcionando los medios que les permitan la extracción de productos, posibilitando así una mejor integración territorial y económica.

En algunos casos el estado se ha encargado de cubrir el déficit financiero que le producirían a las empresas de transporte el operar en recorridos poco rentables (subsidio a la oferta) y en otros, subsidia directamente a los usuarios las tarifas que deben cancelar por usar los servicios de empresas de transporte regular (subsidio a la demanda).

La modalidad de subsidio a la oferta se utiliza para establecer servicios de transporte hacia sectores que no poseen ningún medio regular para moverse.

El objetivo de esta metodología es poder determinar la rentabilidad social de la aplicación de subsidios al transporte, a fin de fundamentar económicamente la pertinencia de aplicar subsidios en cada servicio que se analice, y priorizarlos en un escenario de restricción presupuestaria. Simultáneamente, interesa que la metodología permita estimar el monto del subsidio que debiera otorgarse al operador privado.

#### **Identificación de proyectos de subsidios**

La rentabilidad social de proyectos de subsidios al transporte a una zona geográfica y población determinada esta vinculada a :

- a) El costo generalizado actual de transporte desde esa zona hacia otra (centro poblado) con un nivel mayor de equipamiento (abastecimiento y servicios)
- b) Diferencial del nivel de equipamiento entre la zona aislada y la zona destino principal de los viajes.
- c) Nivel de ingreso y tamaño de la población beneficiada.

A partir de estos criterios, se puede construir un indicador de aislamiento, orientado a identificar la aplicación de proyectos de subsidios.

Adicionalmente, la rentabilidad social tendrá relación con la estructura de la función de costos medios de largo plazo de los operadores y de los usuarios para la vinculación de la zona geográfica. Si esta presenta rendimientos marginales crecientes importantes al aumentar los volúmenes de viaje, será una ventaja importante para su rentabilidad y por lo tanto para su identificación.

#### **Análisis de aislamiento de las zonas rurales**

El estudio define un factor de aislamiento que permite jerarquizar las localidades rurales. Dicho factor se supone dependiente de tres factores:

- Equipamiento
- Accesibilidad
- Población de bajo ingreso

#### Factor de equipamiento

Este factor pretende reflejar las condiciones de equipamiento presentes en las distintas localidades de la región, con el fin de identificar de alguna forma el grado de dependencia o independencia que presenta una determinada localidad. En esta primera etapa el análisis se realiza solo a nivel comunal, aplicándose este índice a la capital comunal. Para este factor se tomaron en cuenta las siguientes variables:

Existencia de servicios financieros (bancos)  
Existencia de servicios públicos  
Disponibilidad de educación básica  
Disponibilidad de educación media  
Existencia de hospital  
Existencia de consultorio  
Existencia de postas  
Existencia de estaciones medico-rurales

La metodología consiste en asignar un valor 1 si existe o esta disponible la actividad, y 0 en el caso contrario. Para los servicios de salud, y debido a las diferencias entre los servicios considerados, los valores asignados fueron 2 para hospitales, 1.5 para consultorios, 1 para postas y 0.5 para estaciones medico-rurales.

Una vez asignados los valores, se procede a sumarlos y dividirlos por el valor máximo (entre las localidades analizadas), para obtener un indicador entre 0 y 1, donde 1 es la mejor equipada y 0 la peor.

#### Factor de accesibilidad

El factor de accesibilidad se ha estimado dependiente del costo generalizado de los servicios de transporte.

El costo generalizado para un par O/D tiene la siguiente forma:

$$CGi = \left( Ci + \frac{VTi}{vi} \right) * di$$

donde

CGi: costo generalizado del modo i, para recorrer el par O/D

Ci : costo operacional por kilómetro del modo i

VTi : valor social del tiempo de la localidad donde se origina el viaje

Vi : velocidad promedio del modo i

Di : distancia recorrida por el modo i en el par O/D

En el estudio específico, se estimaron los costos operacionales de la siguiente manera:

Modo terrestre: se utiliza el costo de un minibús de acuerdo a metodología Coper.

Modo marítimo: se suponen dos tipos de embarcaciones, una pequeña y otra mediana, calculándose los costos de acuerdo a lo expresado por los propios operadores de los servicios.

Modo Aéreo: se estima el costo de un avión pequeño, de acuerdo a metodología SECTRA.

La velocidad promedio por modo se calcula en base a lo reportado por los operadores, excepto la aérea que es estimación del consultor.

El valor social del tiempo por localidad, lo define el consultor como el valor medio de la hora trabajada por u individuo en la región. Para esto se supone que:

- El ingreso familiar medio de la localidad corresponde al promedio ponderado del ingreso del sector pobre rural (\$20.295 valor MIDEPLAN), y el ingreso promedio de la región. El ingreso promedio de la región se calcula de la encuesta CASEN, al igual que el porcentaje de pobres y no pobres.
- Para calcular el ingreso personal medio se debe obtener el número promedio de habitantes por hogar de la región a partir de la encuesta CASEN.
- Finalmente, para llevar el ingreso personal medio a valor del tiempo por hora se supone una media mensual 180 horas trabajadas.

Finalmente el valor del tiempo se calcula de la siguiente forma:

$$VT = \frac{Ip * Pp + Ir * Pnp}{180}$$

donde

VT : valor del tiempo en \$/hr

Ip : ingreso sector pobre rural (\$20.295)

Pp : porcentaje de pobres de la localidad

Ir : Ingreso promedio de la región

Pnp: porcentaje de no pobres de la localidad

Finalmente, el factor accesibilidad será un valor relativo de las localidades de una región. Este se calcula respecto de algún centro, respecto del cual la localidad depende. Es decir, si se analiza una localidad pequeña, se calcula la accesibilidad de la localidad respecto de la cabecera comunal. Si es una comuna, se calcula respecto de la ciudad a la que dependa administrativamente.

Al definir con respecto a que se calculara, se deben calcular los costos generalizados de todos los modos disponibles. El costo generalizado más bajo (entre todos los modos disponibles) será el que caracterice una localidad. Para parametrizar en una región, se utiliza un costo generalizado que signifique no aislamiento. En el estudio se toma el caso del costo mínimo de viaje entre Aysen y Coyhaique como costo de no aislamiento. Fijado este parámetro, se relativizan todos los restantes costos dividiendo el costo de no aislamiento por el costo de cada localidad. Así se obtiene un factor 0-1, donde 1 significa no aislamiento, y 0 aislamiento máximo.

### Factor de población pobre

El factor de pobreza da relevancia a las localidades que según CASEN tienen un mayor porcentaje de pobreza. Por lo que el factor consiste simplemente en dicho porcentaje, expresado en proporción.

### Factor de Aislamiento

Finalmente el factor de aislamiento se calcula por la siguiente relación:

$$FA = \frac{Fp}{Fe * Fa}$$

donde

Fe : factor de equipamiento

Fa : factor de accesibilidad

Fp : factor de pobreza

En base a lo planteado, se calculan los factores de aislamiento para las cabeceras comunales, y para las localidades. Con estos se obtiene un factor total por localidad como la suma del factor interno respecto de la capital comunal y el factor de la cabecera comunal.

En esta etapa se analiza la posibilidad de asignar subsidio de transporte a la demanda, lo cual evita la realización de los análisis y evaluación de servicios. Para esto, se debe considerar si existen servicios regulares de transporte en cantidad y calidad suficientes, simultáneamente con identificar la existencia de grupos sociales que, por razones de pobreza, no pueden acceder a ellos de manera socialmente deseable. De existir suficientes antecedentes que permitan tomar esta decisión en forma preliminar, no se requiere el análisis que se detalla a continuación.

### Evaluación preliminar

En esta etapa debe obtenerse la siguiente información:

- a) Cantidad de viajes actuales y costo generalizados de estos. Esto significa visitar la zona y entrevistar a las personas acerca de su estructura actual de viajes, considerando frecuencias, modos utilizados, tiempos de viaje, costos y otras condiciones que se estimen adecuadas.
- b) Oferta de transporte actual, incluyendo infraestructura, equipos y servicios con sus principales características; modos, frecuencias, vehículos, tiempos de viaje, tarifas.
- c) Modos de transporte factibles de acceder a la zona en estudio. Estimación gruesa de costos medios a partir de información existente en ese u otros lugares de características similares.
- d) Análisis de la demanda potencial. A partir de indicadores de equipamiento, así como estratificación de la población según edades y niveles de ingreso, establecer comparaciones con situaciones similares en otras áreas o localidades donde exista información (tasas de generación de viajes). Establecer dos o tres rangos posibles de demanda por período, considerando en ello una opción tecnológica viable y nivel tarifario razonable, este último también posible de obtener a partir de análisis de

- casos.
- e) Análisis preliminar de la oferta. A partir de las demandas potenciales estimadas, afinar una o más tecnologías de transporte, especificando el nivel de servicio esperable y costos para el operador.
  - f) A partir de información disponible sobre tarifas pagadas en otras zonas de características similares, determinar la diferencia entre los costos medios de los operadores y las tarifas de referencia, por lo tanto la necesidad y magnitud preliminar del subsidio unitario por pasajero y total.
  - g) A partir de las estimaciones de la demanda en la situación con servicios de transporte (con subsidio) se puede estimar la variación del excedente de los usuarios y comparar con el subsidio estimado.
  - h) En esta etapa se deberá determinar si se justifica asignar el subsidio a la demanda o a la oferta, lo cual se podrá relacionar con la existencia de servicios de transporte regulares y los niveles tarifarios.

### **Metodología estudio de sistema de centros poblados (MOP 2001)**

El estudio de sistema de centros poblados, proporciona herramientas de análisis territorial de apoyo al proceso de toma de decisiones sobre priorización de inversiones que afectan a la infraestructura de obras públicas, y en especial, a la infraestructura de transporte y sus prestaciones. Ello en la perspectiva, además del desarrollo del Plan Director de infraestructura.

Para realizar dicho análisis del sistema de centros poblados se adoptó un enfoque territorial, que incorpora en forma integrada y sistémica los aspectos más relevantes que explican las dinámicas espaciales, retomando los fines de la planificación de las actuaciones públicas en el territorio.

Se considera el sistema de centros poblados como una de las dimensiones de análisis del territorio en forma complementaria con las dimensiones correspondientes al medio físico, al medio económico- productivo y al marco regulatorio- administrativo. Este análisis posibilita una comprensión de los flujos de población en el territorio, basados en los requerimientos frecuentes y básicos de acceso a servicios y equipamiento y a la relación residencia- trabajo, complementando la forma tradicional de cuantificar las demandas de viajes en ámbitos territoriales que no cuentan con instrumentos adecuados de modelación. Por ende, es de especial relevancia para la planificación de la red de infraestructura de transporte, ya que aporta una visión prospectiva y no necesariamente tendencial de las necesidades de conectividad de la población.

El estudio se centra en la identificación y jerarquización de un sistema de centros poblados, el análisis de las relaciones de conectividad entre ellos, en función de dichas jerarquías o lugar que ocupan en el sistema, con la delimitación de sus respectivas áreas de influencia funcional. Ello proporciona una zonificación que se desarrolla a partir de análisis de variables territoriales, a una escala intercomunal, es decir, de los principales centros urbanos regionales y a escala intracomunal, es decir, de los centros urbano y rurales polarizadores de la población dispersa en el espacio rural.

El objetivo general del estudio fue contar con indicadores territoriales para la formulación y priorización de proyectos de infraestructura de transporte y de infraestructura social y productiva, constituyéndose a la vez en un complemento analítico al Plan Director, llevado a cabo por el MOP.

Los objetivos específicos fueron:

- Formulación de una metodología de análisis de sistema de centros poblados, aplicable a todas las regiones del país, que incorpore las variables más incidentes en la dinámica del territorio.
- Generación de un sistema de consulta interactivo mediante implementación de un sistema de información geográfico, integrado al SIG desarrollado para DIRPLAN.
- Proporcionar un sistema abierto de consulta para el análisis del territorio que permite un mayor reconocimiento del mismo, a partir del conocimiento y manejo de indicadores territoriales. Ello como una guía asertiva en la toma de decisiones sobre inversión pública en infraestructura MOP.

### **Metodología**

La metodología planteada para cada uno de las etapas, consulta la identificación y/o ajuste de instrumentos metodológicos, considerados como input en la etapa siguiente y que fuera concluyente para la formulación de indicadores y estándar de accesibilidad.

La descripción de la jerarquía de centros poblados, análisis del sistema de interconexión, definición de áreas de influencia e indicador y estándar de accesibilidad potencial, se resumen a continuación.

### JERARQUIA DE CENTROS POBLADOS

#### **Identificación de centros poblados**

A través de la identificación de un universo de centros se define la unidad mínima de análisis de la metodología. Topológicamente hablando se definen los nodos o puntos que estructurarán la red de análisis y modelación en las etapas siguientes.

Dicha identificación tiene un referente espacial, al dar cuenta de la distribución de cada centro en el espacio territorial, y la relación de conjunto entre ellos, según categoría INE (ciudades, pueblo, aldea y caseríos).

El nodo (centro poblado) es un centroide de un área aledaña o zona que representa y que a su vez se sirve de ella, como por ejemplo, si el área corresponde a la comuna, el nodo identificado tendrá las características actuales y futuras de la misma comuna, incorporándola al análisis sistémico. En consecuencia, es el nodo o centro poblado, el que representa a la zona rural aledaña que sirve, alimenta o representa, recogiendo todas sus características, como su tamaño actual, potencialidades de crecimiento, etc.

#### **Análisis tamaño poblacional**

Para cada uno de los centros poblados o nodos, se asocia una base de datos alfanumérica donde se refieren los tamaños poblacionales para los diferentes períodos de tiempo (1982, 1992 y proyección 2002), ello en total correspondencia con el status administrativo de ellos.

Con el objeto de dar cuenta de la evolución en el tiempo de los principales centros poblados, se realizó un análisis curva rango-tamaño que se construyó para los períodos censales 1982 y 1992, y para la proyección año 2002. El resultado de dicho análisis permitió constatar para cada realidad regional si las curvas rango-tamaño obtenidas son log- normal o primadas, y como han evolucionado sus pendientes en el tiempo. Ello, se complementa con el análisis de las tasa de crecimiento

correspondiente al punto siguiente, asociando el comportamiento de la curva con su dinámica poblacional.

### **Análisis tasa de crecimiento intercensal**

La tasa de crecimiento por entidad entrega información necesaria acerca de la tendencia real del crecimiento de los centros poblados, y según ello la jerarquía de una entidad en el sistema al cual pertenece.

Para efectos de la presente metodología se incorporó un atributo complejo que consiste en la comparación de la tasa de crecimiento intercensal de la entidad con la tasa de la comuna a la cual pertenece. De esta forma se construyó una tipología de cuatro categorías de centros poblados:

Centros **crecientes**: Corresponde a aquellos centro poblados en los cuales coincide una alta tasa de crecimiento intercensal, superior al promedio regional, con una alta tasa de crecimiento comunal y superior al promedio regional. Esto permite inferir procesos migratorios que se dirigen a estos centros.

Un centro con este tipo de dinámica, probablemente la mantenga en el tiempo, salvo la emergencia de radicales cambios económicos o sociales, ya que generalmente está asociado a la oferta de puestos de trabajo, diversificación y magnitud de una base económica productiva, a la expansión de los mercados de vivienda local y a la construcción de conjuntos de viviendas sociales.

Centros **concentradores**: son aquellos centros poblados que presentan altas tasa de crecimiento intercensal pero sus comunas tienen bajas tasas de crecimiento, incluso menores al promedio regional. Este es el caso de una comuna que se urbaniza perdiendo población rural. Este proceso es frecuente en zonas en donde existen muchos pequeños centros poblados rurales cuya población en edad de trabajar migra hacia los centros urbanos principales en los cuales hay una mayor oferta de trabajo o una política social más activa de parte del municipio.

Centros **estables**: en estos casos se presenta conjuntamente una tasa de crecimiento urbano muy baja con una tasa de crecimiento comunal positiva pero baja. Corresponde a centros urbanos que no reciben flujos migratorios y que básicamente mantienen su tasa de crecimiento vegetativo.

Centros **Decrecientes**: son centros poblados cuya tasa de crecimiento intercensal es inferior a la comunal, y ésta es a su vez inferior a la tasa de crecimiento intercensal regional. Es decir, coinciden tasa de crecimiento muy bajas o negativas en ambas unidades territoriales. En este caso la entidad es expulsora de población.

Se aplicó esta clasificación en el universo de unidades territoriales referidas a entidades pobladas, identificadas según categorías del INE urbana/ rural y su condición de ser polarizadoras del espacio rural, referido a localización de industria o centros de equipamientos básicos de educación y salud.

En síntesis la utilidad de comparar la tasa de crecimiento de cada entidad con la tasa de la comuna, se centra en la detección del comportamiento demográfico de la entidad respecto a la población rural o de otros centros poblados de la comuna; permitiendo detectar que centros resultan atractores de flujos migratorios y cuales por el contrario, son expulsores de población.

### **Concentración de servicios**

Se proponen variables de análisis, resultantes de la evaluación de la etapa piloto que incluyó una variedad de servicios, con distintas relaciones respecto a como ocupan, usan o se sirven del espacio, en consideración a la localización de la demanda. Las variables resultantes de un análisis de inclusión total de datos de distintos tipos de equipamientos y servicios, son coherentes con el análisis a escala local.

Para la jerarquización de los centros en función de su dotación de servicios, se construyó un indicador funcional, que entrega una buena síntesis de datos puros, por su carácter de indicador. Este es un input de la etapa siguiente, ya que la jerarquía de los centros se corresponde con los niveles de interacción entre ellos o con localidades menores, de esta forma la jerarquía de un centro poblado en salud, estará expresado en un índice funcional que da cuenta tanto del n° de enfermos es decir n° de atenciones y el número de hospitales, consultorios o postas.

La jerarquización dada por el valor final de los índices funcionales de servicios es en función de datos absolutos, y no relativos, aplicándose a cada tipo de servicio relevante considerado.

Como resultados de esta etapa obtendremos la jerarquía de cada centro poblado o nodo, definida por una categoría según sea su dinámica poblacional (creciente, decreciente, estable o concentrado) y por un número que representa el valor del índice funcional para cada servicio consultado. Ello establece un orden del sistema de centros poblados en el ámbito regional, en donde cada nodo ocupa un lugar establecido en esta escala jerarquía, según sea sus características demográficas, comportamiento migratorios, y su estructura funcional.

### **ANALISIS SISTEMA DE INTERCONEXION**

El sistema de interconexión es muy importante para la metodología, ya que se analiza la red que soporta al sistema en su conjunto. En este sentido se considera distintos modos de transporte, en una red única que contempla para cada uno de los distintas estructuras de costos. También en este punto se aplican indicadores, que al igual que en el punto anterior de jerarquización del sistema de centros poblados, dan cuenta de las características de la red existente.

La caracterización de la red de interconexión entre los centros poblados, se realizó mediante la estandarización de conceptos aplicados como son la fricción y costo generalizado de viaje, conceptos que se han desarrollado en extenso y son de entendimiento público. Se consideró en este sentido, el concepto del costo generalizado de viaje desarrollado por la economía de transporte, que considera costos de todos los tipos en el desarrollo del viaje (costos de tiempo, costos pérdida de oportunidad, costo combustible, lubricantes, desgaste de neumáticos, repuestos, etc).

Se consultó la topología y métrica de grafos, el cual presenta como indicador interesante de evaluar las rutas mínimas en función de la distancia o el costo generalizado de viaje, entre otros.

A la vez se utilizó una función estandarizada de fricción, empleada en las técnicas de modelamientos urbanos y regionales, consistente en una función exponencial de costo negativo, como la función de fricción que mejor se ajusta a situaciones reales, y que representa comportamientos matemáticos ventajosos.

El análisis de los modos de transporte, se realizó en función de la escala locales

rurales, en donde interesa verificar cuales son los modos más representativos de la estructura de viajes de dicho ámbito territorial, por lo que resulta relevante el transporte público.

### **DEFINICIÓN DE AREAS DE INFLUENCIA FUNCIONAL**

Determinar áreas de influencia funcional para los niveles microregionales (escala intercomunal) y locales, que representa el poder de atracción a los centros poblados según su nivel de jerarquía en el sistema. Para la delimitación de dichas áreas de influencia se emplea un modelo gravitacional, los que se aplican con valores absolutos de las variables, considerando funciones de fricción exponencial respecto a la matriz de costos mínimos entre los centros poblados.

Las áreas de influencia se definieron para cada relación de interacción en particular, como son las áreas de influencia industrial, según relación residencia- trabajo, las áreas de influencia de educación y salud, según la alta dispersidad de la existencia de dichos servicios básicos, o área de influencia financiero, según la jerarquía y poder de atracción de cada centro urbano.

Para verificar el alcance espacial de un centro poblado respecto a otro en un mismo nivel de jerarquía, se utiliza el índice de Reilly, que responde a un modelo gravitacional básico, ya que ocupa las variables de masas y distancias físicas. Ante ello, se ajusta los datos que se consultan para determinar los hinterland de cada centro y el punto de corte en las vías de interconexión espacial entre uno y otro, considerando en reemplazo de la población, considerada como el simple peso demográfico, y de la distancia física; nuevas variables que representan en mayor medida la realidad desde el punto de vista del comportamiento de los flujos y alcance del poder de atracción de una ciudad o pueblo, los que son su funcionalidad, servicios que oferta y el costo generalizado de viaje, el que condiciona los flujos y las relaciones espaciales de conectividad.

Los resultados de la aplicación del índice de Reilly ajustado a nuevas variables, dan cuenta del punto de quiebre, medido en distancia- tiempo, entre un centro y otro, definiendo en forma precisa el límite del área de influencia espacial para cada uno de ellos.

Para el dibujo de límites de cada centro jerárquico, es necesario discriminar la pertenencia de subsistemas menores de centros según sea la alternativa de conexión espacial dado por el trazado de los ramales viales que dan accesibilidad a dicho centro.

Así, es preciso considerar accidentes geográficos, zonas despobladas por condiciones físicas del territorio (altas pendientes, quebradas, etc), para unir los puntos de corte en espacios rurales entre cada vía de interconexión entre los centros. En consecuencia la morfología del área, es decir su forma geométrica, nace de polígonos que unen los puntos de cortes del ramal de vías de interconexión que relaciona, cada centro con el resto del sistema. Dichos polígonos se trazan como amebas al considerar una visualización más en detalle del territorio que conforman los hinterland de cada centro.

### **UNIDADES HOMOGENEAS**

Consistente en la obtención de cartografía temática de unidades territoriales homogéneas, mediante el cruce de áreas físicas, económicas- productivas y políticas- administrativas. El interés es la superposición de una cartografía temática que se desprende del presente estudio y que resulta tanto de la jerarquía de centros poblados como del análisis del sistema de interconexión entre centros poblados.

Tanto la definición de áreas de influencia, como la elaboración de una cartografía temática de áreas homogéneas, permite contar con áreas o zonas, entendidas como un constructo imaginario a partir de un diagnóstico del territorio, acogiendo sus dinámicas reales y que por lo tanto son instrumentales, para definir unidades de análisis.

Esta tarea de definición de unidades homogéneas según variables indicadas, no aporta directamente a la línea analítica del estudio; sólo proporciona unidades de análisis areales.

### **INDICADOR Y ESTANDAR DE ACCESIBILIDAD POTENCIAL**

Se plantea un indicador de accesibilidad potencial como un valor de priorización de proyecto que afecta a una obra de infraestructura, representada por los arcos del sistema de interconexión. El estándar se verá directamente alterado por la formulación y priorización de un proyecto, en específico el estándar de un camino se verá alterado si es que mejora su tipo de carpeta en función de un proyecto determinado.

La condición de mayor o menor accesibilidad dependerá de la caracterización de los centros poblados que se relacionen espacialmente, y de los modos de transporte con la caracterización de la red de conexión. La accesibilidad potencial se determinará en función de la aplicación del concepto de impacto de reestructuración de cada vía o arco, susceptible de ser intervenido con proyecto. Se puede evaluar la conformación de un área de influencia producto del mejoramiento o construcción de una vía determinada afectando directamente su accesibilidad potencial a un área mayor. Esto influye directamente en la matriz de costos mínimos que alimenta el modelo gravitacional simple.

En relación a lo anterior, se definirá la accesibilidad potencial según los indicadores que la afectan que son los índices funcionales de los centros poblados y el costo generalizado de viaje de los arcos de la red.

### **Métodos específicos**

A continuación se presentan los métodos específicos utilizados en las distintas etapas del estudio.

**Tabla 9.- Rutina metodologica final**

I. IDENTIFICACIÓN DE CENTROS POBLADOS	I.1. Categoría INE de Centros Poblados y corrección de cobertura cartográfica	- Ciudad - Pueblo - Aldeas y Caseríos -Entidades polarizadoras del espacio rural dad sus características funcionales.
---------------------------------------	---	--

II. JERARQUIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS	II.1. Dinámica poblacional TL > Tc crecientes TL = 0 estables TL < 0 decrecientes TL < Tc concentradores	
	II.2 Proyección de Población 2002-2022, por edades	
	III.3 Concentración de Servicios Financieros y Educación - Salud.	$IFs = 100 * \left( \frac{N_i * K_i}{\sum N_j * K_j} \right)$
	III.4 Concentración de Industria	
I. IDENTIFICACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE	Corrección cartografía base de la red y topología de cada arco de la red	
II. ANALISIS DE A RED DE INTERCONEXIÓN	II.1. Consideración de Impedancias o Fricciones. Costo por fricción ( <b>Cij -exp</b> ).	$CUV_{tp} = t * VectorPS_{tp}$
	II.2. Cálculo "Costo Unitario de Viaje" para Transporte Público.	
	II.3. Cálculo de Rutas Mínimas (Network) en función del <b>CUV_tp</b>	
I. DEFINICION DE AREAS DE INFLUENCIA FUNCIONAL	I. SIMULACIÓN DE HINTERLAND, según <b>IFs</b> de los centros y <b>CUV_tp</b> asociado a las rutas mínimas.	I.1. Método de Ley de Reilly $dc = \frac{d_{A-B}}{1 + \sqrt{IFs_B * IFs_A}}$
I. CALCULO DE INDICES Y ESTANDARES DE ACCESIBILIDAD	I.1. Caracterización de áreas según accesibilidad de la red	$Iacc = \frac{\sum CUV_{-arc}}{\sum dr_{-arc}}$
	I.2. Caracterización de cada arco según costo unitario de viaje	

### Análisis de redes y accesibilidad

Concepción de análisis topológico de una red de transporte, a través de una unidad de medida asociada a algún atributo de los grafos que componen la red. Un análisis topológico se puede desarrollar a través de un Cálculo de Rutas Mínimas, que implica seleccionar los grafos que representan las mejores alternativas de conexión frente a las necesidades de viaje que tienen las personas según la oferta de transporte.

Dicho cálculo de rutas mínimas se aplicó mediante el Módulo Network del Software ArcView GIS 3.2, de cálculo de rutas minimizadas en función de la variable Costo Unitario de Viaje, arrojando una cobertura cartográfica de grafos correspondientes a las rutas que representan el menor costo de viaje para los usuarios de transporte. Este análisis de grafos selecciona las vías más transitadas con mayor nivel de flujos, por el menor costo que ellas representan frente a otras alternativas de conectividad.

El Costo Unitario de Viaje es un indicador cuantificable, que resulta de ponderar el tiempo de viaje por una constante de precio social aplicable para transporte público como para transporte privado, extraído de la plantilla *Coper.xls*, que indica los precios

sociales según tipo de vehículo, calculados a partir de los valores numéricos de los parámetros de las relaciones de consumo de combustible, lubricantes, mantención del vehículo y tiempo de viaje interurbano, referido al costo de oportunidad de la persona que viaja. Así el cálculo del costo unitario de viaje por la siguiente ecuación:

$$CUV_{tp} = t * VectorPS_{tp}$$

donde

t : tiempo en horas.

Vector PS tp : vector de Precios Sociales para transporte público.

El índice de accesibilidad potencial que se utilizó indica la mayor o menor posibilidad de acceder a un determinado centro polarizador desde cualquier punto de su área de influencia o hinterland, cuya posibilidad de acceso está determinada por la oferta de transporte y costo asociado al viaje. En resumen, la accesibilidad de un área estará en función del costo unitario de viaje y la distancia que relaciona los puntos de origen y destino, como lo muestra la siguiente ecuación:

$$Iacc = \frac{\sum CUV_{arc}}{\sum dr_{arc}}$$

donde

CUV\_arc : costo unitario de viaje de los arcos de la red

dr\_arc : distancia real de los arcos de la red.

**ANEXO 3.2: INFORMACION INE  
GEOREFERENCIADA  
ENCUESTAS A MUNICIPIOS**

## **ANEXO 3.3: ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES Y DE SALUD POR LOCALIDAD**

**ANEXO 4.1: AERODROMOS  
GEOREFERENCIADOS  
FICHAS TECNICAS**

**ANEXO 4.2: CONEXIONES INSULARES  
GEOREFERENCIADAS  
FICHAS TECNICAS**

## **ANEXO 5.4: MODELACION DE SITUACIÓN BASE**

## **ANEXO 5.5: MODELACIÓN ESCENARIOS DE CORTE**

## **ANEXO 5.6: ANALISIS DE AISLAMIENTO**

## **ANEXO 0: ANTECEDENTES RECOPIADOS EN TERRENO**

## **ANEXO 4.3: FICHAS DE LOCALIDADES**