



## **Administración de activos hospitalarios y concesiones**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGÍSTER EN ECONOMÍA**

**Alumno: Andrés Leslie Lira  
Profesor Guía: Eduardo Engel Goetz**

**Santiago, Marzo 2019**

# Administración de Activos Hospitalarios y Concesiones

Alumno: Andrés Leslie\*

Profesor Guía: Eduardo Engel

Candidato a Magister en Economía

Departamento de Economía

Universidad de Chile

Universidad de Chile

Marzo 2019

## **Abstract**

Esta tesis aporta elementos al debate sobre la conveniencia de las concesiones hospitalarias basándose en el caso chileno, así como en la experiencia internacional y literatura teórica existente. El argumento central se enfoca en el mantenimiento de los activos hospitalarios, un servicio contratable y relativamente independiente de la gestión clínica, lo que permite una comparación directa entre concesión y provisión pública. La hipótesis de miopía administrativa en la provisión pública, donde existen esfuerzos subóptimos de mantenimiento preventivo de los activos, es respaldada con un modelo matemático, estudios previos y el gasto operacional de hospitales en operación bajo concesión y provisión pública comparables en Chile. Tales hallazgos son consistentes con la creciente literatura internacional. Finalmente, se aportan elementos que podrían enriquecer la provisión pública de hospitales en Chile.

---

\*aleslielira@iadb.org

# Contents

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Esquemas de APP en Infraestructura Hospitalaria y Experiencia Internacional</b> | <b>8</b>  |
| <b>3</b> | <b>Literatura de Concesiones Hospitalarias</b>                                     | <b>14</b> |
| <b>4</b> | <b>Mantenimiento Hospitalario</b>  | <b>18</b> |
| 4.1      | Conceptos Básicos . . . . .  | 18        |
| 4.2      | Ciclo de Mantenimiento . . . . .   | 21        |
| 4.3      | Comparación entre Provisión Pública y APP . . . . .                                | 24        |
| <b>5</b> | <b>Programación del Mantenimiento y Reposición : Un Modelo</b>                     | <b>29</b> |
| 5.1      | Set-Up . . . . .   | 29        |
| 5.2      | Timing del Modelo . . . . .  | 31        |
| 5.3      | El problema dinámico del director hospitalario . . . . .                           | 31        |
| 5.4      | Solución del Planificador Central . . . . .  | 33        |
| 5.4.1    | Elección Estrategia Mantenimiento . . . . .  | 36        |
| 5.4.2    | Elección Estrategia Reposición . . . . .   | 38        |
| 5.5      | Provisión Pública . . . . .  | 40        |
| 5.6      | Extensión: Costo Endógeno de Reposición . . . . .                                  | 42        |
| <b>6</b> | <b>Implementación del Óptimo Social vía APP</b>                                    | <b>44</b> |
| <b>7</b> | <b>Experiencia Chilena en Hospitales Concesionados</b>                             | <b>48</b> |
| 7.1      | Hospitales de Maipú y La Florida . . . . .   | 50        |
| 7.2      | Gasto en Mantenimiento entre Modelos . . . . .                                     | 56        |
| <b>8</b> | <b>Conclusiones y Recomendaciones de Política</b>                                  | <b>58</b> |

# 1 Introducción

Asegurar acceso universal a una salud de calidad exige un gran volumen de recursos. Chile ha hecho un enorme esfuerzo en la materia aumentando su gasto público en salud desde 2,5% del PIB a 3,9% entre 1995 y 2014 (World Bank, 2017), y destaca por sus resultados<sup>1</sup>, con una expectativa de vida al nacer de 79 años en 2015 similar a los 80 años que promedia OCDE (OCDE , 2017). Sin embargo, aún se encuentra lejos del 7,68% que promedia OCDE en gasto público como porcentaje del PIB, y hacer frente a las nuevas tendencias demográficas, epidemiológicas, políticas y tecnológicas requerirá de un sistema de mayor envergadura capaz de adaptarse a los cambios futuros. En este contexto, es natural evaluar medios de provisión distintos al tradicional (provisión pública).

Los hospitales típicamente absorben alrededor del 50% de los gastos de los sistemas de salud (Rechel, Erskine, Dowdeswell, Wright, & McKee, 2009). En consecuencia, son parte medular de la solución para mejorar la calidad de vida de la población. Al respecto, Chile tiene un déficit grande y creciente en infraestructura hospitalaria. En 2015, el promedio de camas por cada mil habitantes en los países OCDE fue de 4,8 mientras en Chile 2,1 <sup>2</sup>. Al desglosar por subsistema de salud, se comprueba que el sistema público se ha contraído mientras el sistema privado ha ganado participación. Entre 2000 y 2015, el número de camas hospitalarias del Sistema Nacional de Salud pasó de 31.193 a 25.377, mientras en clínicas privadas de 7.660 a 9.389 (Goyenechea H., 2015).

Parte del déficit se explica por el devastador terremoto de 2010, que dejó inhabilitados a 17 hospitales del país y produjo una disminución en las camas disponibles de 3.582 entre 2010 y 2011 <sup>3</sup> (Departamento de Estadísticas e Información de Salud). Sin embargo, al observar que en 2012 casi 70% de los hospitales fueron construidos hace más de 30 años (Cámara Chilena de la Construcción, 2014), es claro que existe una urgencia desatendida de modernizar y expandir la red de hospitales públicos. A raíz de esto, ha ganado la atención de las autoridades, destacándose un ambicioso plan de inversión por más de 4.000 millones de dólares entre 2014 y 2018 que incluye tanto reposición como construcción de nueva capacidad.

---

<sup>1</sup>Además, Chile se ubica actualmente primero en la región y en el puesto 29 de 138 países de acuerdo al Global Competitiveness Index en salud (World Economic Forum junio 2017).

<sup>2</sup>2002 registró 2,6 camas por cada mil habitantes.

<sup>3</sup>En efecto, 2010 registró un mínimo de 2,0 camas por cada mil habitantes.

Hay un problema de cantidad, pero también de calidad. De acuerdo a una fiscalización hecha recientemente en 24 establecimientos de la región metropolitana (Superintendencia de Salud, 2015), un 25% de las áreas no disponía baños funcionales; el mismo porcentaje tenía iluminación inadecuada; 16% de los casos evaluados presentaron ascensores sin mantenimiento al día y en 11% estaban en mal estado<sup>4</sup>.

La causa de estos problemas obedece a una gobernanza que no está poniendo los incentivos correctos dentro de los hospitales, particularmente en términos de su administración. Los problemas subyacentes son múltiples. Uno de ellos es la alta rotación del personal directivo, especialmente al comienzo de cada mandato presidencial (Egaña, 2014)<sup>5</sup>. Por ejemplo, a octubre de 2016, en el hospital San José, uno de los más endeudados del país, ha habido 13 directores desde 2004. Este tipo de situaciones lleva, entre otras cosas, a que la evaluación de su gestión se asocie a un periodo de tiempo breve, lo que induce un comportamiento miope respecto a necesidades de largo plazo del hospital. El uso del sistema de Alta Dirección Pública (ADP) para seleccionar directores ha tenido efectos positivos (Lira, 2013) y es una medida en la dirección correcta, pero requiere de perfeccionamiento<sup>6</sup> y otras medidas que la apoyen.

Detrás de este fenómeno de miopía reside la insuficiente responsabilidad por los resultados. Al ser el Ministerio de Salud (MINSAL) el responsable “último” por la provisión e inversión de los recintos, los hospitales operan con presupuestos blandos y pocos incentivos al cuidado del capital instalado (Vergara, 2014). En otras palabras, en caso de fallos en los activos MINSAL o Hacienda hacen un rescate que asegure la continuidad operacional de los recintos<sup>7</sup>. Del mismo modo, a nivel central, hay una permanente herencia gubernamental de problemas que obedecen a una perspectiva superior a la del ciclo presidencial<sup>8</sup>. A estos

---

<sup>4</sup>“Fuera de Servicio” o “En Mantenimiento”.

<sup>5</sup><https://www.slideshare.net/viralizando/sistema-de-alta-direccion-pblica>

<sup>6</sup>Existe muy poca demanda por el cargo de director de hospital, lo que refleja que las condiciones en las que trabajan no son atractivas.

<sup>7</sup>La decisión respecto de las necesidades de inversión en nueva infraestructura o remodelación de la existente son tomadas en el nivel central, entre los Ministerios de Salud y de Hacienda, lo que se traduce en que dichas decisiones no necesariamente siguen criterios técnicos, sino que más bien tienen que ver con los énfasis políticos de cada gobierno y las presiones de grupos específicos (Centro de Estudios Públicos y Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile, 2017).

<sup>8</sup>Esto es, existen problemas con soluciones de alto costo inmediato pero de beneficios retardados, que se arrastran de gobierno en gobierno, tales como mantenimiento preventivo o actualización de planos eléctricos. Por el contrario la urgencia se traslada a reducir las listas de espera de pacientes que requieren cirujías o

problemas de gobernanza hay que agregar las diversas rigideces productivas a las que está expuesto el sector público: contratación de personal, compra, burocracia, por nombrar algunos.

Las consecuencias de una red de atención pública insuficiente son múltiples. En primer lugar, los hogares escapan al sector privado, donde típicamente pagan un mayor precio y están expuestos a un comportamiento oportunista. Casi una tercera parte del gasto en salud en Chile es pagada directamente por los hogares, comparado con menos de un 20% en promedio entre los países de la OCDE (OCDE, 2017). En segundo lugar, el Estado se ve obligado a externalizar sus prestaciones cuando su capacidad no es suficiente, lo cual puede llevar a mayores costos<sup>9</sup>. Finalmente, una falta de capacidad traerá dificultades para aprovechar el potencial rol sistémico de la asistencia pública, en donde una buena atención primaria y una gestión apropiada de los pacientes es clave para lograr un todo eficiente.

La salud en cualquier país supone algún grado de participación del sector privado. Las concesiones o Asociaciones Público Privadas (APP) en hospitales plantean una gobernanza alternativa a la tradicional. En lo que sigue, se entiende por APP a un acuerdo de largo plazo entre el Estado y un privado, para proveer conjuntamente un servicio de carácter público. Tal acuerdo es regido por un contrato, que estipula las responsabilidades que toma el privado y las remuneraciones asociadas a su cumplimiento. Idealmente, tal convenio combinará la visión y especificaciones que las autoridades consideren socialmente beneficiosas con las capacidades de la gestión privada en su construcción y administración. A diferencia de la provisión pública, donde sólo se pacta la construcción del activo (stock), una APP participa en la provisión de un servicio (flujo). Consecuentemente, en una APP la transferencia de riesgo determinada por el contrato a lo largo del ciclo de vida del activo en cuestión es uno de sus principales rasgos, siendo su correcta determinación, verificación y monitoreo la principal

---

reponer activos descompuestos. En efecto, gasto preventivo en salud se ha contraído en -0,2% entre 2009 y 2015. En términos de infraestructura, crecientemente se han estado dirigiendo recursos a satisfacer la demanda sanitaria por lo curativo, observado por ejemplo, en el Plan de Inversiones para el sector salud para los años 2014-2018 (Ministerio de Salud, 2017), en donde la construcción de Hospitales y Servicios de Alta Resolutividad superan a la construcción de Centros de Salud Familiar y Centros Comunitarios de Salud Familiar (252 dispositivos proyectados con énfasis en lo curativo versus 200 dispositivos con énfasis declarado en promoción y prevención en salud).

<sup>9</sup>De acuerdo a informe presentado por la directora de FONASA en Comisión de Salud del Senado, un día cama en el sistema público tiene un valor de 380.000 pesos mientras en el sistema privado contratado por FONASA, 1.100.000 pesos.

fuerza de costos y beneficios de este enfoque (Hellowell, 2016).

Los partidarios de las APP muchas veces las defienden con argumentos ideológicos. Algunos han sido ampliamente desacreditados por la literatura, como la idea de que a través de pagos diferidos se liberen recursos públicos (Engel, Fischer, & Galotovic, 2010). No obstante, otros han evidenciado su validez en la práctica, como la capacidad de las APP para inducir mantenimiento en carreteras en un contexto donde políticamente es más rentable inaugurarlas (Rioja, 2003). En el caso de concesiones hospitalarias, la literatura es ambigua. Existen tantas experiencias como países han optado por este esquema de provisión, cada uno en un contexto institucional y contractual diferente, dificultando la acumulación de evidencia en alguna dirección. En efecto, no es posible argumentar que siempre sean más eficientes, pero si parecen cumplir mejor especificaciones. No obstante, persiste la interrogante acerca de concesionar servicios cuya calidad no es contratable y se reconoce que un contrato mal diseñado permitiría reducciones de costo no deseadas con impacto en la calidad de servicio (Hart, 2003). Al observar que existen casos exitosos y fallidos de hospitales concesionados, se concluye que es necesario un estudio más profundo del contexto en el que están insertos.

Este artículo explora la idoneidad de las APP como mecanismo para proveer infraestructura pública hospitalaria, para lo cual se estudia el servicio de mantenimiento, cuyo rol es maximizar el rendimiento económico de los activos. En particular, se estima que un enfoque preventivo de mantenimiento en infraestructura puede ser entre 12 % y 18 % más económico que uno reactivo<sup>10</sup> (Departamento de Energía de los E.E.U.U., 2010). Los hospitales son instituciones complejas cuyos resultados dependen de múltiples factores. La elección de este servicio reside en que es contratable e relativamente independiente de otros factores que podrían afectar una comparación, como lo es la gestión clínica<sup>11</sup>. Concentrarnos en mantenimiento ilustra diferencias clave entre ambos enfoques y permite facilitar la comparación directa. Para desarrollar esta comparación, primero se caracterizan las modalidades de APP disponibles y su aplicación en casos icónicos en variados países. A continuación, se hace una revisión de la literatura empírica y teórica. Luego se plantea un

---

<sup>10</sup>Considera dominio amplio de plantas industriales. El ahorro es referido a costos de mantención, no obstante, un análisis detallado consideraría beneficios de operatividad, costo del dinero en el tiempo, etc. por lo que en la práctica se emplea, entre otros, análisis de Valor Presente Neto o Retorno sobre la Inversión.

<sup>11</sup>De hecho, el mantenimiento es uno de componentes que mayor respaldo ha recibido en versiones más recientes de contratos de concesión hospitalaria, tanto en Chile como en Reino Unido.

marco conceptual y un modelo que ilustran el argumento de miopía en la administración hospitalaria y como esto se traduce en ineficiencias en la gestión de los activos, en particular en términos de la estrategia de mantenimiento escogida. Finalmente se examina el caso chileno y se hacen recomendaciones de política con la evidencia disponible.

Estudiando el caso chileno, se concluye que el sistema concesionado logra inducir mayores esfuerzos de mantenimiento como porcentaje de los gastos operacionales, al mismo tiempo que parece cumplir mejor las especificaciones y plazos de construcción, e incluso representar un buen negocio para el Estado. No obstante se detectan una serie de debilidades que ameritan una revisión profunda de la experiencia, en particular respecto a la gestación de los proyectos, el diseño del contrato y su *enforcement*.

## 2 Esquemas de APP en Infraestructura Hospitalaria y Experiencia Internacional

Las APP en salud contemplan un espectro amplio de modelos de provisión de servicios y las principales diferencias entre los esquemas radica en el involucramiento y riesgo que toma el concesionario al celebrar el contrato con las autoridades. Paradójicamente, tanto en hospitales concesionados como tradicionales participa el sector privado, y en este sentido la concesión es más a una forma de gestionar servicios que a una privatización. En efecto, diversos países con acceso universal a la salud han optado por este modelo para ejecutar proyectos hospitalarios y es posible apreciar que son fuertemente usadas en países con sistemas nacionales de salud (Oliveira & Cunha, 2013), como lo ilustran los casos de Reino Unido, Canadá y España (ver Tabla 1).

**Tabla 1: Concesiones en Salud\* (Países Top 15)**

| Ranking | País           | Número | CAPEX (MMU\$) | N/A** |
|---------|----------------|--------|---------------|-------|
|         | Mundo          | 601    | 125.411       | 145   |
| 1       | Reino Unido    | 220    | 32.394        | 41    |
| 2       | Canadá         | 84     | 24.676        | 12    |
| 3       | Australia      | 26     | 15.214        | 10    |
| 4       | Turquía        | 25     | 13.592        | 8     |
| 5       | Italia         | 24     | 4.385         | 8     |
| 6       | India          | 21     | 1.170         | 6     |
| 7       | España         | 21     | 4.852         | 4     |
| 8       | Francia        | 20     | 1.613         | 4     |
| 9       | Brasil         | 16     | 2.735         | 3     |
| 10      | Portugal       | 12     | 2.710         | 3     |
| 11      | Estados Unidos | 10     | 4.287         | 3     |
| 12      | Alemania       | 9      | 1.550         | 3     |
| 13      | Chile          | 9      | 2.062         | 3     |
| 14      | Japón          | 8      | 2.793         | 3     |
| 15      | Malasia        | 6      | 1.139         | 3     |

\* En desarrollo, en construcción y en operación.

\*\* Proyectos sin información de CAPEX.

Datos a junio de 2017

*Fuente: Elaboración propia con datos de IJGlobal, Asset Data.*

En el caso de hospitales, la distinción más importante es la inclusión de la gestión clínica (modelo bata blanca) en el contrato, fenómeno considerablemente más complejo que el asociado exclusivamente a provisión de disponibilidad de infraestructura (modelo bata gris). Simultáneamente, el modelo puede estar más o menos empaquetado. En este artículo un modelo es más empaquetado mientras mayor sea el número de servicios que pasan a ser responsabilidades del concesionario (estacionamientos, seguridad, limpieza, construcción, diseño, etc.). Cada una de estas modalidades supone una asignación de riesgos y participación distinta entre las partes, pero en todas existe una relación de largo plazo donde el concesionario es remunerado en función de estándares fijados en un contrato. Tradicionalmente, las APP involucran financiamiento, inversión y control temporal por parte del privado del activo involucrado (hospital). Por lo tanto, en su esencia es una manera de financiar y gestionar un servicio.

Empleando las distinciones descritas, es posible clasificar los modelos de concesión de hospitales en tres categorías. En el extremo más moderado del espectro en ambas dimensiones, se ubica el “*Modelo de Acomodación Simple*”, donde se contrata sólo el diseño, construcción del hospital y servicios no clínicos requeridos para su funcionamiento, de modo que las autoridades sólo deben preocuparse de proveer servicios de salud. Bajo este modelo, el privado sólo asume el riesgo asociado a la disponibilidad de la infraestructura y algunos servicios complementarios, de modo que el riesgo más importante, el asociado a las prestaciones médicas, queda en manos de las autoridades. En particular, ha sido ampliamente usado en Reino Unido desde la década de los 90 bajo la denominación Private Finance Initiative (PFI), acumulando a la fecha más de 150 proyectos (más de 90% del total), posicionándolo como el líder exclusivo de este esquema (ver Box 1).

**BOX 1 (Modelo de Acomodación en Reino Unido):** *En el modelo de Reino Unido, los requerimientos de infraestructura son aprobados y revisados por el Sistema Nacional de Salud (NHS) a través del Ministerio de Salud, y es este último es quien apoya a las autoridades locales (Trusts) en negociar y administrar los contratos PFI cuando la evaluación de Value For Money<sup>a</sup> (VFM) (bajo lineamientos de Treasury<sup>b</sup>) los ratifique. Este apoyo es provisto a través de una unidad central especializada en PFI, donde Treasury participa y mantiene la responsabilidad general de la política de concesiones hospitalarias. Los Trusts a su vez pagan anualmente una tarifa por la disponibilidad de la infraestructura y otra por los servicios al consorcio privado.*

<sup>a</sup>Valor por dinero (en español): medida de eficiencia con la cual son empleados los recursos públicos.

<sup>b</sup>El departamento de gobierno en Reino Unido relacionado con finanzas e impuestos. Equivalente al Ministerio de Hacienda chileno.

Otros países que han impulsado el Modelo de Acomodación, aunque en menor escala, son Italia, Francia, España, Portugal, Suecia, Canadá, Australia, Grecia, y más recientemente, México y Chile desde la década pasada. Finalmente, una distinción importante dentro de este esquema es la inclusión de provisión y mantenimiento de equipos médicos y otros servicios de apoyo directo a la gestión clínica, como sistemas de información, imágenes o muestras clínicas. Incluso existen proyectos que incluyen servicios médicos específicos, como es el caso de los Independent Sector Treatment Centres (ISTC) en Reino Unido o el Hospital Coxa en Finlandia (ver Box 2).

**BOX 2 (Modelo de Acomodación con Servicios en Finlandia):** *Finlandia tiene un sistema público de salud y sus hospitales están organizados en torno distritos que deben proveer atención terciaria para un conjunto de municipios. En este contexto institucional se fundó el consorcio Coxa para proveer servicios ortopédicos para el distrito de Pirkenmaa, quien ahora ofrece paquetes de tratamientos a través de licitaciones públicas a otros municipios y actualmente realiza más del 10% de los trasplantes de articulaciones en Finlandia. Hoy se constituye como el hospital más importante de tratamiento ortopédico en Escandinavia (European Union, 2013)*

Incluyendo gestión clínica y un escalón más empaquetado se encuentra el “*Modelo de Franchising*”, donde una firma toma el control completo de un hospital público típicamente existente, aunque puede tratarse también de un caso que contemple la construcción o remodelación del recinto. Este esquema generalmente se financia bajo términos similares a los de un hospital público y requiere de una estricta fiscalización para garantizar que no existan prácticas indeseadas, como la selección de pacientes rentables. Una de las razones que hacen de este esquema uno atractivo en países como Brasil, Portugal, Suecia, Italia, o más masivamente en Alemania (ver Box 3), es que permite rescatar hospitales financieramente estresados de una manera relativamente directa.

***BOX 3 (Modelo de Franchising en Alemania):*** *En Alemania desde finales de la década de los 90s, ha existido una cesión de los hospitales públicos bajo el control de municipalidades en problemas financieros hacia cadenas de prestadores de servicios hospitalarios (European Union, 2013). Una de las tres cadenas controladoras más grandes de Alemania es Asklepios, que actualmente cuenta con más de 100 hospitales en Alemania y 150 en todo el mundo. Las condiciones legales en las cuales debe operar, el financiamiento que recibe y los reembolsos por sus prestaciones (DRG) son idénticas a las de cualquier otro hospital de la red pública. Bajo este modelo, el privado financia el funcionamiento del hospital, mientras el pago por la infraestructura, cuando es necesario realizar obras, es financiado desde el presupuesto federal y/o subsidios del gobierno central.*

Finalmente, los “*Modelos de Servicio Completo*” integran todos los eslabones de la provisión de salud de una población (atención primaria, hospitalización, etc.) y se le transfiere al concesionario todo el riesgo (ver Box 4). Al ser la alternativa más empaquetada, presenta mayor potencial tanto para la eficiencia productiva como para reducciones de costo con impactos negativos en la calidad de servicio. Debido a la transferencia total del riesgo hacia el concesionario, es el que representa un mayor premio por riesgo.

**BOX 4 (Modelo de Servicio Completo en España):** El caso más ilustrativo de este esquema es el Hospital La Ribera en Alzira, España, adjudicado en 1999 por un consorcio de empresas de diversos rubros. La contratación en este caso es sobre la salud de una población completa asociada a una zona geográfica determinada. La remuneración se hace por persona atendida (*capitation fees*) y para cumplir los objetivos de sus procuradores, sus procedimientos son fiscalizados según guías de práctica clínica y obligados a pagar los costos médicos de residentes del área asignada que elijan otro hospital, de modo que tengan los incentivos a atender y atraer a los pacientes. Al mismo tiempo, se les castiga un 20% la atención de personas ajenas al área, de modo que tampoco exista selección.

En la Tabla 2 se resumen los distintos esquemas de provisión descritos.

**Tabla 2: Modelos de Concesiones Hospitalarias**

| Modelo                    | Descripción Breve   | Alcance clínico<br>APP                    | Experiencias<br>Icónicas                                 |
|---------------------------|---|---|--|
| Acomodación simple        | Consortio privado diseña, construye y opera infraestructura según pautas de las autoridades. Típicamente revierte el control al Estado al final del contrato. | No Incluye                                | Mayoría Hospitales PFI (Reino Unido)                     |
| Acomodación con servicios | Consortio provee infraestructura y la administra para apoyar las prestaciones médicas de apoyo (imágenes, diálisis, etc.)                                     | Apoyo                                     | Hospital Coxa (Finlandia), ISTC (Reino Unido)            |
| Franchising               | Concesión de hospital existente a privado   | Atención Secundaria y Terciaria           | Cadenas de Hospitales Asklepios (Alemania)               |
| Servicio Completo         | Privado provee cuidados de salud completos (incluso atención primaria) de la población de un área determinada.  | Atención Primaria, Secundaria y Terciaria | Hospital La Ribera (España), Callao y Villa María (Perú) |

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3 Literatura de Concesiones Hospitalarias

Las concesiones hospitalarias son un fenómeno complejo. No es sorprendente que la literatura concluya que la evidencia es mixta. Desafortunadamente, no existe en los artículos una definición de APP, marco conceptual y metodología empírica común que permita acumular conclusiones comparables acerca de su idoneidad como medio de provisión (Roerich, Lewis, & George, 2014). La mayoría toma un caso particular de concesión y se enfoca en una dimensión de evaluación a la vez, siendo los focos más comunes su efectividad (19%), beneficios (17%) y estudios de países (15%, principalmente Reino Unido) (Torchia, Calabro, & Morner, 2015). A su vez, típicamente los temas abordados son las finanzas públicas y financiamiento privado de los proyectos; la transferencia de riesgo y gobernanza de la asociación; los resultados clínicos y operativos en relación a alternativas tradicionales de provisión; y la economía política o ideología de su motivación.

Una revisión exhaustiva de la literatura fue hecha en 2014 (Roerich, Lewis, & George, 2014), donde se estudiaron más de 1400 artículos académicos sobre APP en salud publicados entre 1990 y 2011. Entre sus hallazgos reportan que: i) pese a que tienden a tener un carácter de largo plazo, existe una carencia de estudios longitudinales que consideren el Ciclo de Vida (CV) completo de los proyectos y ii) existe una cantidad limitada de estudios que comparen proyectos concesionados públicos de similares características (edad, complejidad, dimensión, etc.). Otras investigaciones reportan problemas similares al examinar la evidencia. Una evaluación de la literatura y del VFM en 14 estudios de casos en siete países europeos relevantes hecho en 2013 (European Union, 2013) enfrentó dificultades como: confidencialidad de la información con la cual realizar estudios empíricos; insuficiente maduración de los proyectos y; la heterogeneidad en los métodos empleados en la literatura. Una de las causas de estos problemas de comparación es que son de una naturaleza distinta, en el sentido de que su gobernanza y contexto llevan diferencias significativas en su financiamiento, gestión, flexibilidad, plazo e integración de servicios, lo que implica que son muchos factores que deben considerarse al evaluar. Sin embargo, a pesar del creciente interés que existe acerca de la efectividad de las APP por parte del público y la academia, muy pocos estudios proveen un protocolo con el cual evaluar su efectividad, aunque nuevamente, esto

parece ser principalmente un problema de acceso a datos de las firmas (Torchia, Calabro, & Morner, 2015)

Si bien la evidencia tiene limitaciones, la experiencia internacional y la literatura existente permite reconocer realidades en relación a la provisión concesionada de hospitales. En términos generales, no es posible afirmar que las APP sean más eficientes que su alternativa tradicional (Barlow, Roehrich, & Wright, 2013) (European Union, 2013), sin embargo, muchos casos sugieren que esto puede tener relación con mayor calidad. En Reino Unido, los contratos de acomodación PFI presentan un mayor costo anual de mantenimiento, no obstante, una exigencia de estándar superior podría estar detrás de esta situación (National Audit Office, 2010 y 2018). En el caso de los otros servicios incluidos en los contratos (limpieza, seguridad, etc.), los costos son similares salvo en alimentación, donde es más barato y no muestra diferencias significativas en calidad. En el mismo informe, se declaran satisfechos con el rendimiento y costo de los contratos, aunque reconocen que no hay evidencia definitiva a la fecha acerca del VFM de estos proyectos. De hecho, algunos autores han declarado que podría incluso ser menor, y que sus edificaciones no han demostrado mayores innovaciones (Barlow & Koberle-Gaiser, 2008) (Liebe & Pollock, 2009)

Una ventaja importante de las APP es que persuaden la integración de servicios cuyo CV típicamente supera la duración de la administración hospitalaria tradicional. En los casos de APP de Alemania e Italia incluidos en el estudio de la Unión Europea, que entregan al privado alta responsabilidad en las actividades hospitalarias, existe alguna evidencia de mayor calidad de servicio, con un rendimiento financiero similar al de hospitales públicos. Hallazgos similares se encuentran en los modelos de bata blanca en Finlandia y España en indicadores clínicos, eficiencia hospitalaria y satisfacción de usuarios (Alonso et. al 2015, Acerete et al. 2011). En cuanto a la innovación de los proyectos, existe evidencia de innovación tecnológica y de uso de técnicas específicas de construcción (modularidad, elementos prefabricados, etc.) que han permitido acelerar la entrega de los hospitales y reducir costos de mantenimiento, aunque no se observa evidencia tan clara en calidad del diseño con impacto en calidad de atención (Alonso, Pinto, Astorga, & Freddi, 2015) (European Union, 2013). En efecto, existe evidencia de que una de las principales fuentes de costo del mantenimiento hospitalario depende de la construcción e instalación de los equipos

(Hassanain, 2013), ambas situaciones donde la APP tiene control, aunque a la fecha no se ha cuantificado formalmente eventuales ventajas de esta relación.

A juzgar por la experiencia disponible, a mayor empaquetamiento y alcance del contrato de APP, mayor rendimiento clínico a través del CV del proyecto (European Union, 2013). Lógicamente, esto ocurre siempre y cuando exista aseguramiento de la calidad, lo que muchas veces conlleva una mayor complejidad contractual y financiera. Este es probablemente uno de los factores detrás del que todos los estudios indiquen que el costo de financiamiento es mayor en las APP que en provisión pública (Alonso, Pinto, Astorga, & Freddi, 2015), aunque se ha argumentado que el costo del financiamiento público podría subestimar el costo social debido a que los contribuyentes asumen riesgo de fracaso (Engel, Fischer, & Galetovic, 2014), y por lo tanto no debería ser una referencia.

En general, hay experiencias tanto de éxito como de fracaso en APP, y es arriesgado atribuir responsabilidad sólo al enfoque de provisión. Este tipo de políticas lleva relativamente poco tiempo y sus procuradores muchas veces aún transitan por una curva de aprendizaje. Un caso ilustrativo de lo anterior en un país en desarrollo es evaluado en (La Forgia & Harding, 2009). Ellos reportan el caso brasileño de un conjunto de hospitales concesionados a organizaciones sin fines de lucro en Sao Paulo, cuyo proceso de aprendizaje en el contenido de sus contratos y correspondientes sistemas de supervisión, les permitió alcanzar niveles de calidad y eficiencia considerablemente superiores a los de una muestra grande de hospitales tradicionales. Los autores destacan como causas subyacentes: la mayor autonomía de la administración hospitalaria (en particular, de influencias políticas y financieras), la flexibilidad laboral que permitió establecer una base productiva de funcionarios, y un sistema de monitoreo del contrato robusto, entre otras. Una experiencia en Taiwan (Hsiao, Pai, & Chiu, 2009) y el caso alemán referido por el panel europeo arrojan conclusiones similares sobre esta diferencia en la gestión laboral y clínica, aunque estos últimos son enfáticos en señalar que sin el apoyo del personal médico no es posible el éxito.

Otro aspecto de las concesiones hospitalarias es que dan la impresión de cumplir mejor especificaciones, plazos y presupuestos (European Union, 2013) (Barlow, Roehrich, & Wright, 2013) (Alonso, Pinto, Astorga, & Freddi, 2015). Esta afirmación se origina principalmente en la experiencia de Reino Unido con los proyectos PFI, cuyo volumen y maduración

han permitido evaluar su desempeño en sus etapas tempranas, aunque también de Italia, Alemania y recientemente Chile <sup>12</sup>. En relación a PFI de Reino Unido, las diferencias en el cumplimiento de los plazos de construcción son particularmente dramáticas: un 76% de los proyectos APP entregándose a tiempo contra un 30% bajo método tradicional (National Audit Office, 2003). Un resultado similar se reporta para presupuestos de construcción. Al mismo tiempo, las multas aplicadas han sido bajas y la evaluación reportada de los usuarios directos es satisfactoria (National Audit Office, 2010). Esta apreciación positiva hacia las APP desde los usuarios se repite en estudios existentes para países como España, México y Brasil, sin embargo, no es posible comparar consistentemente con el modelo tradicional en este aspecto pues en este último no siempre existe la misma información (Alonso, Pinto, Astorga, & Freddi, 2015).

En relación a lo anterior, es tentador concluir que basta con detallar minuciosamente los servicios requeridos de parte de la APP para alcanzar la eficiencia deseada. No obstante, muchas de las aprensiones respecto a las APP aluden a la suficiencia de un contrato para indicar cómo deben proveerse servicios relacionados a salud<sup>13</sup>. Adicionalmente, deben establecerse precauciones para dar suficiente flexibilidad al contrato, toda vez que es frecuente la necesidad de realizar modificaciones imprevistas en la administración de los activos del hospital debido a cambios tecnológicos, demográficos, epidemiológicos o de otro tipo. En esta línea, un estudio cualitativo hecho a usuarios de hospitales PFI arrojó que, si bien estos hospitales son aprobados por ellos en términos de estética, comodidad y mantenimiento, la flexibilidad se alza como uno de sus aspectos de mayor desaprobación (Edet & Gidado, 2008).

Aunque la flexibilidad del contrato es importante, este debe ser lo suficientemente específico para transferir efectivamente el riesgo al concesionario, situación cuestionada ampliamente en la literatura (Barlow, Roehrich, & Wright, 2013). Suponiendo que existe transferencia de riesgo, la comparación directa de ambas provisiones es injusta pues son de

---

<sup>12</sup>Ver capítulo 7 de la experiencia chilena

<sup>13</sup>Teóricamente, la privatización de un servicio público puede traer innovaciones que reduzcan los costos a costa de calidad de servicio (Hart, Shleifer y Vishny 1997; Hart, 2003). Al mismo tiempo, si la calidad de servicio es contratable, es posible alcanzar el resultado óptimo al menor costo posible, aunque este sea más alto. Un caso que ilustra la primera situación, se encuentra en Fageda y Fiz 2010 administrados por privados pero financiados por el Estado, se observa un menor costo que sus análogos públicos, a costa de una peor calidad de servicio.

una naturaleza y alcance distinto. Evidentemente, lo correcto es darle un valor a ese riesgo transferido. Aunque en la actualidad algunos países llevan a cabo este ejercicio para elegir el enfoque de provisión, empleando comúnmente un comparador del sector público o “Public Sector Comparator”, este es criticado por ad-hoc y por inclinar la balanza en cualquier dirección haciendo los ajustes necesarios (Froud & Shaoul, 2001). En relación a esto, una crítica común al modelo concesionado es que es ante todo una opción política, toda vez que constituye una manera efectiva de cerrar la brecha de infraestructura trasladando los costos a administraciones futuras. No obstante, lo anterior, la pregunta acerca de si el mayor costo de financiamiento a través de PFI, posiblemente debido a la transferencia de riesgo, reporta VFM a lo largo del CV del proyecto, aún se encuentra sin responder (Shaoul, Stafford, & Stapleton, 2008). Es indiscutible que en el futuro deben establecerse con anticipación mecanismos para comprobar el VFM de los proyectos concesionados.

En resumen, las APP en hospitales tienen el potencial de combinar las capacidades técnicas y administrativas de los privados con la visión de su contraparte pública para crear contratos de largo plazo que optimicen la totalidad de los servicios a lo largo del CV del proyecto. Cuando el diseño y supervisión del contrato es adecuada, pueden realizarse proyectos bien definidos, con un plazo y control de gastos superior al asociado a gestión tradicional. No obstante, el alcance y calidad del contrato juegan un rol fundamental en evitar reducciones de costo no deseadas, por un lado, e inducir innovaciones socialmente beneficiosas, por otro. Si bien aún existe una brecha teórica y práctica respecto a cómo diseñar un contrato óptimo para concesiones hospitalarias<sup>14</sup>, y si estas valen la pena el esfuerzo, lo cierto es que se configuran como herramientas interesantes para este propósito.

## 4 Mantenimiento Hospitalario

### 4.1 Conceptos Básicos

Las actividades de mantenimiento buscan alcanzar el mayor rendimiento económico posible

---

<sup>14</sup>Una brecha detectada en la literatura es la falta de regímenes de performance robustos que hagan los beneficios prometidos realidad, cuyo estudio ha sido mayoritariamente conceptual (Hart, 2003; Benett y Iossa, 2006), salvo excepciones (Ng y Wong 2007).

de un activo. En el caso de infraestructura hospitalaria, esto se traduce en i) aplicar los procedimientos necesarios para asegurar determinados niveles de funcionalidad y disponibilidad en los elementos que lo componen (de manera que el recinto sea idóneo para la provisión de cuidado de salud) y ii) hacerlo al menor costo posible. El primer aspecto se relaciona principalmente con la búsqueda de eficiencia asignativa (qué mantener) mientras el segundo punto se relaciona con lograr eficiencia productiva (cómo mantener).

**Eficiencia Productiva.** Todo elemento físico del hospital posee una vida útil. Este valor refleja el tiempo para el cual el activo fue diseñado operar antes de su reemplazo, según el transcurso esperado de su CV o maduración. En una situación normal, el CV considera una primera etapa donde la probabilidad de fallo es alta debido al riesgo de acoplamiento e instalación, seguido por una etapa extensa donde esta probabilidad es baja y estable, para finalmente aumentar cuando la maduración del activo se aproxima a su vida útil (US Department of Energy, 2010). En particular, fallos prematuros del activo en la etapa inicial de su CV se asocian a problemas de instalación o diseño, mientras que fallos en la segunda etapa dan cuenta de una falta de oportunas actividades de mantenimiento. Es a través de esta extensión de la disponibilidad del activo y el ahorro de mantenimientos correctivos en el tiempo donde este despliega el mayor potencial de valor a lo largo de su ciclo de vida.

**Planificación.** Es posible distinguir dos enfoques de planificación frente al riesgo de fallo en los activos: enfoque reactivo y enfoque preventivo. El **enfoque reactivo** busca soluciones cuando el desperfecto es evidente, sin realizar esfuerzos premeditados como usualmente es recomendado por fabricantes o estándares técnicos asociados. Alternativamente, este enfoque se aplica cuando el activo no tiene potencial de prevención y la única opción es reemplazarlo cuando cumple su vida útil o cuando ocurre un desperfecto inesperado. Alternativamente, el **enfoque preventivo** busca prevenir fallas antes de que estas ocurran y su filosofía es reducir la ineficiencia asociada a la reposición y reparación prematura<sup>15</sup> de los elementos.

---

<sup>15</sup>Refiere a reposiciones hechas antes de lo sugerido por fabricantes, pues naturalmente puede existir al final del ciclo de vida, una reposición planificada para evitar interrupciones operativas. Este caso hace alusión a una reposición ineficientemente anticipada.

**Tabla 3: Enfoques de planificación del mantenimiento**

|            | Enfoque Preventivo o Programado   | Enfoque Reactivo o No Programado   |
|------------|---|--|
| Definición | Realiza acciones periódicas que extienden la vida útil del activo.            | Realiza acciones correctivas o reemplazos una vez que el desperfecto ocurre. |
| Acciones   | Correctivas y Preventivas   | Sólo Correctivas   |
| Costo      | Se estima es un 12%-18% más económico en el largo plazo que enfoque reactivo. | Sólo existe ahorro en el corto plazo.  |
| Beneficio  | Continuidad operacional mayor y más planificada a lo largo del ciclo de vida  | Mayor continuidad en el corto plazo  |
| Gestión    | Compleja  | Simple   |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Eficiencia Asignativa.** Invertir para garantizar que todos los activos estén operativos en todo momento tendría un costo injustificable, por lo cual el problema que enfrenta un director de hospital es invertir el monto óptimo en el mantenimiento de cada activo. Tal asignación dependerá entre otros, de su importancia en el funcionamiento del hospital y potencial de prevención. De tal manera, se estará aplicando un mix de actividades que maximice el retorno social del mantenimiento dado un presupuesto. Evidentemente, ambos aspectos de eficiencia son simultáneos, pues en base a la forma más eficiente de mantener es como evaluar en cuáles hacerlo.

**Impacto.** Un mantenimiento óptimo toma perspectiva de las implicancias (Impacto) operativas y financieras de fallas en los elementos del hospital para responder a las preguntas de “qué mantener” y “cómo hacerlo”, en función del presupuesto disponible. En otras palabras, se busca una medida económica amplia de eficiencia. A continuación, llevaremos lo descrito a casos concretos. Para esto, clasificaremos los activos del hospital en cuatro grupos y describiremos como se relacionan cada uno con el concepto de Impacto mencionado. Estas categorías son: Edificación, Equipos Industriales, Instalaciones y Redes, y Mobiliario No Clínico.

**Tabla 4: Impacto del mantenimiento en los activos**

| Elemento              | Ejemplos de Fallo   | de   | Impacto Operativo  | Impacto Financiero  | Relación con Mantenimiento   |
|-----------------------|---|------|--|---|--|
| Edificio              | Derrumbe o grietas en terminaciones.  | o en | Paralización completa o parcial del hospital. Grietas afectan calidad de servicio (estética), en un caso extremo la vida de los pacientes.                                   | Depende de la magnitud del fallo.   | Baja, depende principalmente del diseño y construcción.  |
| Equipos Industriales  | Caldera en mal estado impide esterilización del instrumental médico o transporte vertical se encuentra fuera de servicio. | o    | Paralización cadena de prestaciones sanitarias. En un caso extremo, la vida de los pacientes si explota la caldera o un paciente crítico requiere traslado vertical urgente. | Depende de la magnitud del fallo y equipo afectado.   | Alto potencial de prevención a través de imágenes térmicas a equipos para pronosticar fallos, aprietes de tuercas, lubricaciones, etc. |
| Redes                 | Fallo en sistema de aguas y gotera en pabellón.   |      | Cierre de baños o interrupción cirugías programadas .  | Típicamente inferior que equipos industriales. Depende entre otros, de disponibilidad de planos actualizados. | Alta toda vez que costo de prevención es relativamente bajo en condiciones normales.   |
| Mobiliario No Clínico | Escritorios o artefactos de iluminación descompuestos.  | o de | Fácil reemplazo, sin interrupción en prestaciones hospitalarias.   | Bajo.   | Baja, activos de reemplazo barato con potencial de prevención pequeño.   |

*Fuente: Elaboración Propia*

## 4.2 Ciclo de Mantenimiento

En un nivel más general, es posible descomponer el funcionamiento del Servicio de Mantenimiento (SM) y su operacionalización en 5 etapas más o menos sucesivas,

que componen lo que denominaremos Ciclo de Mantenimiento (CM): Planteamiento, Programación, Financiamiento, Ejecución y Control. Estas etapas no deben entenderse como eventos que ocurren de manera lineal en el tiempo sino como partes de un todo orgánico. Estas distinciones serán útiles para comparar luego las alternativas de provisión.

**Planteamiento.** Se toma perspectiva respecto a las necesidades de mantenimiento de los activos, usualmente desarrollando un inventario técnico: un catastro del universo de elementos susceptibles a recibir mantenimiento. Con la información sobre el impacto de las distintas acciones de mantenimiento disponibles y sus costos, se realiza una priorización con el objeto de maximizar el retorno del gasto en mantenimiento, seleccionando para esto las actividades que compondrán el Programa de mantenimiento. Finalmente, en esta etapa se debe establecer claramente la manera en que será medido y evaluado el desempeño del servicio, tanto desde una perspectiva de control interno como externo.

**Programación.** Corresponde a la creación de una referencia con la cual conducir las actividades de mantenimiento y control. En particular, considera un cronograma de acciones a desplegar, con sus responsables y la estructura organizacional en la cual estarán insertos. Es importante que en esta etapa se establezcan los protocolos, normativas y documentaciones necesarias para que las actividades se desarrollen de la manera más fluida y segura posible en función de lo proyectado.

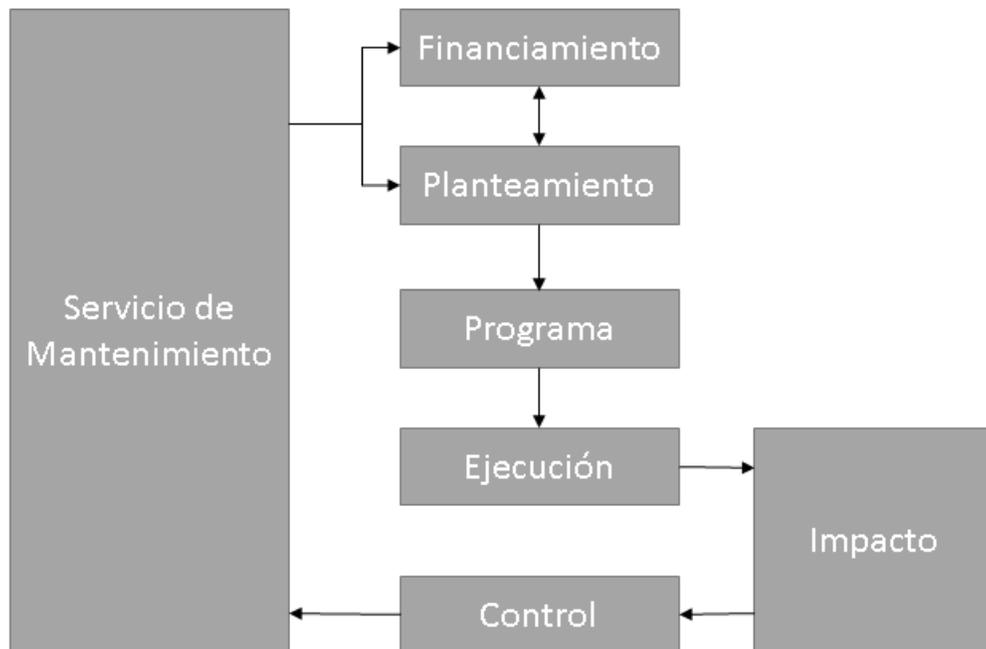
**Financiamiento.** Corresponde a la estimación y disposición de los recursos económicos, humanos y técnicos necesarios para la ejecución del programa de mantenimiento. En esta etapa deben establecerse y autorizarse todos los esfuerzos que deben hacer las autoridades para la ejecución del programa de mantenimiento. Lo anterior supone la elaboración de un presupuesto que integre todas las fuentes de costos tales como contratación de personal y servicios externos, adquisición de piezas y herramientas, entre otros. Desde luego, esta fase simplemente puede significar la recepción de un presupuesto sin diálogo con un Planteamiento y Programación del SM.

**Ejecución.** En esta etapa se concretan las actividades de mantenimiento, tanto programadas como correctivas, junto con las tareas consistentes en recabar información útil para la etapa de Control. En el caso de las acciones correctivas, debe emplearse un sistema expedito donde se reciban peticiones de mantenimiento de los distintos servicios del hospital y se generen ordenes de trabajo que sean ingresadas a dicho sistema. Esta etapa considera adicionalmente: el levantamiento de información respecto al estado y disponibilidad (up-time) de los activos; junto con los costos e impactos estimados de las acciones de mantenimiento realizadas; y la actualización del inventario técnico.

**Control.** Consiste en el procesamiento de la información recabada en la ejecución del programa de mantenimiento con miras a mejorar su contenido y cumplimiento. Esto considera la evaluación de los resultados del SM, idealmente desde un punto de vista tanto de control interno como de auditoría externa. En este sentido, permite extraer conclusiones respecto de la suficiencia y justificación de los recursos destinados al SM.

Naturalmente, el ciclo termina al volver al Planteamiento del SM. El ciclo completo es ilustrado en la Figura 1.

Figure 1: Ciclo de Mantenimiento



### 4.3 Comparación entre Provisión Pública y APP

#### Provisión Pública <sup>16</sup>

En un hospital provisto de forma tradicional, el Estado gestiona la contratación, típicamente a través de un concurso público, de una empresa que construye la infraestructura cuyo control posteriormente le corresponde con frecuencia al gobierno de forma indefinida para su operación. En tal caso, la administración del hospital está condicionada en todo momento por las disposiciones legales y administrativas que recaen sobre los entes públicos, tales como la rendición de los dineros ejecutados a entes fiscalizadores superiores y la aplicación de leyes específicas para la contratación de personal y compra de bienes. En otras palabras, existe para esta administración una situación de "hacer lo que la ley permita" en lugar de "evitar lo que la ley prohíba" en relación a los inputs productivos del hospital. Si bien pueden existir distintos grados de influencia de parte del gobierno central sobre el hospital, por ejemplo, para la adquisición de equipos o provisión de insumos, normalmente el hospital contará con un presupuesto propio para financiar las prestaciones que entrega y administrar de sus activos. Este presupuesto típicamente estará basado en el número y naturaleza de las prestaciones que efectúa más algún monto asignado para cubrir el resto de los costos. La forma en que se asignan los recursos puede ir desde fórmulas explícitas hasta criterios históricos, siendo su volumen expuesto de forma permanente a modificaciones en función de las dinámicas presupuestarias propias del Estado en cuestión. El presupuesto hospitalario es a su vez administrado por la dirección del hospital, cuyo director puede ser designado según distintos criterios, desde afinidad con el gobierno de turno, hasta una selección según antecedentes completamente técnicos, en el otro extremo. En cualquier caso, existe dentro de los márgenes de la ley cierta discrecionalidad en el uso de los recursos por parte de la dirección. El mérito en su uso puede o no ser auditado, dependiendo de la capacidad

---

<sup>16</sup>Algunas desventajas aquí expuestas no son totalmente inherentes a Provisión Pública y pueden ser subsanadas con la normativa apropiada, sin embargo constituyen la situación efectiva y "por defecto" para muchos países de acuerdo con lo observado en la literatura.

del Estado para fiscalizar a sus organismos y de la existencia de estándares con los cuales evaluarla. En el caso de Chile, un ejemplo de control en el uso de los recursos es la postulación que hacen los hospitales públicos a fondos de inversión asociados al subtítulo 29 (glosa de gasto en activos no financieros en el sistema público chileno), donde se verifica que estos se usen en lo solicitado. Otro ejemplo, más reciente y en aún en etapas preliminares, es el de una planificación central del mantenimiento de infraestructuras y equipos (Subsecretaría de Redes Asistenciales, 2018). Por otro lado, una situación de poco control se evidencia en el uso que hacen los hospitales de la glosa subtítulo 22 del presupuesto, destinada a la compra de bienes y servicios (entre estas mantenimiento), donde para poder dar más prestaciones sanitarias se contratan usando esta glosa servicios médicos a sociedades que no deben acogerse obligatoriamente a la legislación laboral del sector público (asociada al subtítulo 21). No hay evidencia actualmente sobre la magnitud de este gasto.

Respecto al mantenimiento del hospital, el Planteamiento y Programación dependen con frecuencia exclusivamente del Director y su equipo en función del presupuesto que dispongan y los objetivos que persigan en su administración. Este problema es resuelto caso a caso por las autoridades del hospital, quedando expuestas a discrecionalidad aquellas acciones cuyo impacto se materialice en administraciones futuras. Este es el caso de actividades de mantenimiento preventivo, que compite periodo a periodo con el presupuesto de otros servicios del hospital que afectan directamente la capacidad del hospital de dar prestaciones médicas. En cuanto a la Ejecución del mantenimiento, se comprueba que puede tener un componente de rigidez toda vez que la contratación y adquisición de insumos tienen mecanismos burocráticos ineludibles que pueden condicionar las acciones del SM. Algunos ejemplos de estos condicionantes son rigidez laboral (incapacidad de contratar doctores por jornadas cortas, por ejemplo), la prohibición del trato directo (compra sin licitación pública) con proveedores (aun cuando se conoce al proveedor apropiado), la ralentización de las compras por auditorías y verificación de legalidad (Toma de Razón en el caso chileno) o límites del plazo sobre el cual se contrata un servicio (en Chile los contratos no pueden durar más de dos años al licitarse un servicio, por ejemplo). Finalmente, el Control sobre las actividades de mantenimiento tendrá probablemente la misma importancia que le den los directores y autoridad esa su cumplimiento. En el caso chileno, existen disposiciones

que obligan a los hospitales a mantener preventivamente equipos críticos de alto valor, sin embargo, este no es el caso de otros equipos industriales e instalaciones, aunque ya hay avances al respecto como fue mencionado anteriormente.

## **APP**

En el modelo de acomodación simple, se contrata de manera conjunta su construcción, operación y mantenimiento por un plazo largo a cambio de pagos asociados a la disponibilidad del mismo bajo ciertas condiciones de calidad. Una vez cumplido este plazo, típicamente el hospital pasa al control del Estado. En concreto, se elabora un contrato con los servicios que deben operar en el hospital a completa responsabilidad y costo del concesionario, junto con los incentivos económicos que premian (o multan) el cumplimiento (incumplimiento) de ciertos niveles de disponibilidad y calidad asociados a estos.

Los procedimientos mismos de mantenimiento y operación pueden estar estipulados en detalle (usualmente en las bases de licitación) o su cumplimiento puede ser resguardado a través de la supervisión de los resultados que estos tienen en los servicios y activos asociados a la infraestructura. En otras palabras, el Planteamiento y Programación pueden o no estar explicitados en el contrato, pero su espíritu puede ser asegurado si se toman los debidos resguardos en el diseño del contrato. Por ejemplo, puede persuadirse la aplicación de acciones de mantenimiento preventivo poniendo multas elevadas en caso de fallo de los activos. De esta manera, mientras bajo provisión pública las autoridades requieren reglamentar y fiscalizar el cumplimiento de ciertas buenas prácticas respecto a los inputs productivos, bajo una APP se puede aprovechar la mayor libertad que hay en la administración privada de tales inputs exclusivamente monitoreando los outputs.

La función de Control que vigila que el contrato se cumpla tiene tres aristas. Por un lado, existe un control de la propia sociedad concesionaria con la intención de obtener los hitos que significan pagos y evitar los que significan multas. Por otro, existe la supervisión directa de los procedimientos que hace un fiscalizador designado para estos propósitos. Este último usualmente se basa en información recabada por su propio equipo y la denuncia de los mismos funcionarios del hospital para determinar los niveles de cumplimiento del concesionario. Por último, es posible introducir un auditor externo al proyecto, ya sea estipulado por el contrato

mismo a cargo y costo del concesionario o contratado por las autoridades directamente.

Respecto al Financiamiento, una diferencia que constituye el esquema concesionado es su capacidad de asegurar flujos futuros asociados a hitos específicos, como lo es el mantenimiento continuo del hospital, toda vez que el contrato determina pagos condicionales a la prestación de servicios particulares, independientemente de la discusión presupuestaria o las preferencias de la administración gubernamental de turno. Adicionalmente, al ser los ingresos netos del concesionario dependientes inversamente de sus costos, hay desplegados incentivos para la consecución de una mayor eficiencia productiva en todas las etapas del proceso. El concesionario en este sentido puede aprovechar la flexibilidad que confiere operar en el sector privado para Ejecutar y proyectar el mantenimiento al menor costo posible. Esto se evidencia en modificaciones al diseño de construcción que ahorren costos de mantenimiento en periodos futuros (emplear materiales lavables o equipos de mayor calidad). En otras palabras, se estima pueden ocurrir innovaciones derivadas del "empaquetamiento" o "bundling" de los servicios contratados. Así mismo, es posible que existan economías de escala y ámbito en los contratos de concesión toda vez que estipulan un plazo largo y participan empresas con proyectos similares en todo el mundo.

Como se describió más atrás, uno de los mayores desafíos que significa esta forma de provisión lo constituye la elaboración del contrato. Existe una tensión fundamental entre: la flexibilidad deseada para resolver situaciones inesperadas (cambios demográficos, tecnológicos, etc.), por un lado, y una definición clara y detallada de los servicios que se están contratando, por otro, que impida reducciones de costo indeseadas que signifiquen deterioros en la calidad. En el contexto de salud, donde hay bastante incertidumbre acerca de los cambios que afectaran a la industria y el activo involucrado (hospital) es de alta especificidad para el concesionario, se espera que los costos de transacción sean altos en la administración del contrato (Hellowell, 2016) (McKee, Edwards, & Atun, 2005).

**Tabla 5: Resumen Comparación Provisión Pública vs APP**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Dominio de Análisis          | Diferencia entre modelos   |
| Diseño y construcción        | Bajo APP existe mayor integración lo que persuade innovaciones que reduzcan costos, sin embargo, que también pueden tener efectos indeseados en calidad si no se toman resguardos o alinean incentivos.  |
| Planteamiento y Programación | El extenso periodo administrativo en una APP hace internalizar los beneficios de un mantenimiento continuo.  |
| Financiamiento               | Típicamente, en Provisión Pública los recursos otorgados son usados y asignados con discrecionalidad, lo que permite autonomía y mayor adaptabilidad, pero a la vez es un peligro.   |
| Ejecución                    | APP tiene más libertad operativa.  |
| Control                      | Responsabilidad por resultados bien definida, outputs sujetos a evaluación formal con multas en caso de incumplimiento en el caso de APP. Bajo Provisión Pública las autoridades usualmente deben reglamentar y fiscalizar las prácticas asociadas a inputs productivos. |
| Costos de transacción        | APP tiene probablemente mayores costos de transacción: determinación del contrato, monitoreo y verificación para hacer los pagos, en un contexto de alta incertidumbre y cambio.   |
| Gestión Sectorial            | APP permite cerrar brechas de infraestructura sin necesidad de aumentar capacidad estatal de gestión de recintos   |
| Flexibilidad                 | Provisión Pública puede adaptarse mejor a cambios tecnológicos, demográficos, epidemiológicos, etc.  |
| Asignación de Riesgos        | APP puede asignar riesgos a quienes mejor los pueden administrar.  |

*Fuente: Elaboración Propia.*

## 5 Programación del Mantenimiento y Reposición : Un Modelo

En esta sección modelamos el problema dinámico de mantener un activo que enfrenta un director de hospital público, junto al problema de reposición en caso que un fallo lo deje inoperativo. Se caracteriza como interactúan los incentivos del administrador con atributos de los activos para explicar evidencia anecdótica hospitalaria.

### 5.1 Set-Up

Existen infinitos periodos denotados por  $t$ , cada uno correspondiente a un ciclo de administración hospitalaria. Tal administración emplea activos y servicios médicos para producir asistencia hospitalaria según:

$$C_t \equiv \phi I_t + A_t$$

donde  $C_t$  denota la producción del hospital,  $I_t \in \{0, 1\}$  denota el estado de los activos (infraestructura, calderas, redes eléctricas, etc.) en el periodo  $t$ , que toma valores que representan su operatividad ( $I_t = 1$ ) o desperfecto ( $I_t = 0$ ),  $A_t$  denota los recursos destinados a servicios médicos (insumos, horas de especialistas, exámenes, etc.) y  $\phi$  es un factor estrictamente positivo que representa la importancia relativa de los activos en la asistencia hospitalaria. Por simplicidad, en este modelo existe solo un activo que representa la totalidad del hospital<sup>17</sup>.

La utilidad correspondiente a cada periodo de asistencia hospitalaria está representada por  $u$ , una función continua, creciente y estrictamente cóncava. El argumento detrás de su concavidad reside en el supuesto de que los recursos en salud son priorizados desde lo más a lo menos valorado por la sociedad. Denotando por  $\beta$  la tasa de descuento intertemporal, el bienestar social está determinado por:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(C_t)$$

---

<sup>17</sup>El caso de mas activos es análogo si no hay sinergias entre ellos, caso contrario el modelo se complejiza.

En cada periodo el hospital dispone de un presupuesto normalizado de 1 que supondremos debe gastarse dentro del periodo en cuestión. Este supuesto refleja el hecho de que en los organismos públicos típicamente hay una cultura de “úsalo o piérdelo” en relación a los recursos, donde las holguras respecto al gasto presupuestado no se transfieren a periodos futuros.

El problema del director del hospital consiste en distribuir tal presupuesto entre: i) acciones de mantenimiento de los activos  $M_t \in \{1, 0\}$  en el periodo  $t$ , cuando estén operativos, donde  $M_t = 1$  denota mantenimiento preventivo a costo  $c_M$  y  $M_t = 0$  uno no preventivo sin costo; ii) reposición  $R_t \in \{1, 0\}$  en el periodo  $t$  cuando estén inoperativos, donde  $R_t = 1$  denota reposición a costo  $c_R$  y  $R_t = 0$  no reponer; iii) financiar de manera residual los servicios médicos  $A_t \in [0, 1]$ , esto es,  $A_t \equiv 1 - c_M M_t - c_R R_t$ .

La dinámica del activo es la siguiente. El activo que se hereda operativo en  $t$  ( $I_{t-1} = 1$ ) está sujeto a depreciación estocástica al comienzo del periodo, de modo que se comporta como una variable aleatoria Bernoulli con una probabilidad de éxito  $1 - \delta_{M_{t-1}}$  dependiente de las acciones de mantimimento escogidas el periodo pasado. Es decir:

$$I_t = \begin{cases} 1, & \text{con probabilidad } 1 - \delta_{M_{t-1}}, \\ 0, & \text{con probabilidad } \delta_{M_{t-1}}. \end{cases}$$

Suponemos que  $\delta_1 < \delta_0$ , atendiendo al hecho de que en numerosos equipos hay oportunidad para evitar fallos anticipadamente a través de mantenimineto preventivo. En el caso de transporte vertical, por ejemplo, pueden aplicarse imágenes térmicas que indican medidas preventivas a realizar para evitar problemas mayores, tales como lubricaciones o ajustes de tuercas. Por otro lado, cuando se hereda un activo inoperativo ( $I_{t-1} = 0$ ), su operatividad en  $t$  ( $I_t = 1$ ) ocurre si y sólo si fue repuesto el periodo pasado ( $R_{t-1} = 1$ ). De este modo, la reposición de un activo inoperativo asegura su funcionamiento el periodo siguiente y es la única instancia para que vuelva a operar.

En este modelo hacemos dos supuestos auxiliares. Técnicamente, existen fallos que exigen reposición y otros donde una medida correctiva pequeña es suficiente, sin embargo, por simplicidad, ambos casos son tratados indistintamente. En segundo lugar, de acuerdo a la

discusión de la sección 4, existe una probabilidad relevante de falla en la instalación de un activo y en el modelo presentado está implícito un riesgo nulo en la reposición. El supuesto de riesgo nulo en la instalación no afecta los resultados, pero si los hace más sencillos. Se incluye el caso de reposición sujeta a depreciación estocástica en el Anexo 5.

## 5.2 Timing del Modelo

Los eventos en este modelo ocurren en el siguiente orden:

1. Se hereda en  $t$  un activo del periodo pasado  $I_{t-1} \in \{0, 1\}$
2. En caso de estar inoperativo ( $I_{t-1} = 0$ ), se resuelve la fase de reposición y se establece  $I_t \in \{0, 1\}$  en función del valor de  $R_{t-1}$ .
3. En caso de estar operativo ( $I_{t-1} = 1$ ), se resuelve la fase de depreciación estocástica con probabilidad determinada por  $M_{t-1}$  y se establece  $I_t \in \{0, 1\}$
4. Se escogen  $R_t$  y  $M_t$  en función de  $I_t \in \{0, 1\}$
5. Finalmente se resuelven los gastos en servicios médicos  $A_t$  residualmente y se da asistencia hospitalaria.

## 5.3 El problema dinámico del director hospitalario

Debido a la naturaleza recursiva del problema, es posible representar el valor de la situación en  $t$  antes del shock de depreciación estocástica con ecuaciones de Bellman del tipo:

$$V(I_{t-1}, M_{t-1}, R_{t-1}).$$

Esta es igual al valor presente, descontado a factor  $\beta$ , de la utilidad instantánea bajo la estrategia que maximiza dicho valor. La dinámica de las variables de estado ya fue expuesta en la subsección 5.1 y está bien definida.

Naturalmente, no todas las ocho combinaciones posibles de  $V$  tendrán sentido en este problema. Es evidente que si  $I_{t-1} = 1$  entonces necesariamente  $R_{t-1} = 0$ . Es decir, si el

activo está operativo no tiene sentido gastar recursos en reponerlo. Del mismo modo, si  $I_{t-1} = 0$  entonces  $M_{t-1} = 0$ . En otras palabras, si el activo no está operativo, no tiene sentido gastar recursos en mantenerlo preventivamente.

Entonces consideramos cuatro configuraciones del vector de estado para escribir la ecuación de Bellman:

$$V(I_{t-1} = 1, M_{t-1} = 0, R_{t-1} = 0) = \delta_0 \max_{R_t} [u(1 - c_R R_t) + \beta V(0, 0, R_t)] \\ + (1 - \delta_0) \max_{M_t} [u(\phi + 1 - c_M M_t) + \beta V(1, M_t, 0)], \quad (1)$$

$$V(I_{t-1} = 1, M_{t-1} = 1, R_{t-1} = 0) = \delta_1 \max_{R_t} [u(1 - c_R R_t) + \beta V(0, 0, R_t)] \\ + (1 - \delta_1) \max_{M_t} [u(\phi + 1 - c_M M_t) + \beta V(1, M_t, 0)], \quad (2)$$

$$V(I_{t-1} = 0, M_{t-1} = 0, R_{t-1} = 0) = \max_{R_t} [u(1 - c_R R_t) + \beta V(0, 0, R_t)], \quad (3)$$

$$V(I_{t-1} = 0, M_{t-1} = 0, R_{t-1} = 1) = \max_{M_t} [u(\phi + 1 - c_M M_t) + \beta V(1, M_t, 0)]. \quad (4)$$

En las ecuaciones (1) y (2) se representa la situación de heredar un activo operativo justo antes de la depreciación estocástica para los casos donde se aplica o no mantenimiento preventivo. En caso de fallo al comienzo del periodo se establece un problema de reposición mientras que en el caso contrario uno de mantenimiento. En las ecuaciones (3) y (4) se arrastra una decisión de reposición, por lo que representan los problemas de reposición y mantenimiento respectivamente, sin incertidumbre sobre el estado actual del activo en ambos casos.

Empleando notación que omita subíndices temporales, las primeras dos ecuaciones de Bellman se pueden resumir en:

$$V(1, M, 0) = \delta_M \max_{R'} [u(1 - c_R R') + \beta V(0, 0, R')] + (1 - \delta_M) \max_{M'} [u(\phi + 1 - c_M M') + \beta V(1, M', 0)]$$

y las dos que siguen en:

$$V(0, 0, R) = (1 - R) \max_{R'} [u(1 - c_R R') + \beta V(0, 0, R')] + R \max_{M'} [u(\phi + 1 - c_M M') + \beta V(1, M', 0)].$$

Finalmente, denotando

$$\theta \equiv \theta(I, M, R) \equiv \delta_M I + (1 - R)(1 - I)$$

obtenemos una expresión para las cuatro ternas  $(I, M, R)$  relevantes:

$$V(I, M, R) = \theta \max_{R'} [u(1 - c_R R') + \beta V(0, 0, R')] + (1 - \theta) \max_{M'} [u(\phi + 1 - c_M M') + \beta V(1, M', 0)].$$

Notar que una característica de esta función valor es que los problemas de mantenimiento y reposición se toman separadamente en función del estado del activo después de las instancias de fallo y reposición. Este elemento será importante en la sección siguiente.

## 5.4 Solución del Planificador Central

Para solucionar el problema dinámico derivamos primero la siguiente proposición:

**Proposición 1:** Si  $M^* \in \{1, 0\}$  es una política óptima de mantenimiento en algún periodo donde el activo este operativo y  $R^* \in \{1, 0\}$  es una política óptima de reposición en algún periodo donde el activo no este operativo, entonces  $M^*$  será óptimo siempre que el activo este operativo y  $R^*$  será óptimo siempre que el activo no este operativo.

**Demostración:** El argumento es sencillo. Las decisiones de mantenimiento y reposición se toman de forma separada y cada una es gatillada en el periodo  $t$  por  $I_t$ , que reporta el estado del activo después de posibles fallas o reposiciones, de modo que  $I_t = 1$  implica una decisión de mantenimiento y  $I_t = 0$  una decisión de reposición. Notar las instancias donde debe tomarse una decisión de mantenimiento en las ecuaciones (1), (2) y (4). En tales casos, los problemas son idénticos y por lo tanto lo mismo puede decirse de la política

óptima de mantenimiento. Puede argumenarse lo mismo con las decisiones de reposición en las ecuaciones (1), (2) y (3). Por lo tanto, es evidente que en este problema las decisiones se sostienen en el tiempo.

Este resultado simplifica enormemente las soluciones analíticas del modelo y nos permite analizar la optimalidad de un vector de política dado cuando es empleado ad-infinitum. Más aún, nos permite hacerlo estudiando sólo el caso donde  $I_t = 1$ , pues las decisiones trascienden el estado del activo. A continuación empleamos un sistema de funciones valor auxiliares cuando se conoce  $I_t$ , es decir, después del shock estocástico o instancia de reposición. Se hace esto para los ocho escenarios posibles, cuatro combinaciones de políticas para cada uno de los dos de valores de  $I_t$ , para despejar las soluciones analíticas para los casos donde  $I_t = 1$ . Atendiendo a estas soluciones es posible determinar la optimalidad de cierta política en función de los parámetros del problema.

Para hacer la notación más intuitiva, rotularemos los valores de  $M_t$  y  $R_t$  de la siguiente forma:  $M_t \in \{P, NP\}$ , donde P representa mantenimiento preventivo y NP mantenimiento no preventivo y  $R_t \in \{R, NR\}$  donde R representa reposición y NR representa no reposición. Con esta notación auxiliar, denotamos por  $v_i^j(I_t)$  al valor de aplicar perpetuamente el vector de política  $\{M = i, R = j\}$  sobre un activo en t bajo un estado cierto  $I_t$ , es decir, después de posibles fallos y reposiciones. Tal sistema de ecuaciones es reportado en la Tabla 6:

**Tabla 6: Valor Funciones auxiliares según mantenimiento, reposición y estado del activo**

| Función Valor  | Estrategias sobre los activos |            |       |
|--|-------------------------------|------------|-------|
|  | Mantenimiento                 | Reposición | $I_t$ |
| $v_P^R(1) = u(\phi + 1 - c_M) + \beta[\delta_P v_P^R(0) + (1 - \delta_P)v_P^R(1)]$                   | P                             | R          | 1     |
| $v_P^{NR}(1) = u(\phi + 1 - c_M) + \beta[\delta_P v_P^{NR}(0) + (1 - \delta_P)v_P^{NR}(1)]$          | P                             | NR         | 1     |
| $v_{NP}^R(1) = u(\phi + 1) + \beta[\delta_{NP} v_{NP}^R(0) + (1 - \delta_{NP})v_{NP}^R(1)]$          | NP                            | R          | 1     |
| $v_{NP}^{NR}(1) = u(\phi + 1) + \beta[\delta_{NP} v_{NP}^{NR}(0) + (1 - \delta_{NP})v_{NP}^{NR}(1)]$ | NP                            | NR         | 1     |
| $v_P^R(0) = u(1 - c_R) + \beta v_P^R(1)$   | P                             | R          | 0     |
| $v_{NP}^R(0) = u(1 - c_R) + \beta v_{NP}^R(1)$   | NP                            | R          | 0     |
| $v_P^{NR}(0) = u(1)/(1 - \beta)$   | P                             | NR         | 0     |
| $v_{NP}^{NR}(0) = u(1)/(1 - \beta)$  | NP                            | NR         | 0     |

En los primeros cuatro casos de la Tabla 6, el activo está operativo y se escoge una política de mantenimiento que determina las probabilidades de fallo futuras y la utilidad del periodo actual en función del costo de tal política de mantenimiento. En las dos siguientes ecuaciones el activo está inoperativo y se decide reponer para luego ejecutar una política de mantenimiento el siguiente periodo. Finalmente, las últimas dos ecuaciones reflejan el caso de emplear perpetuamente la totalidad del presupuesto en prestaciones médicas, pues el activo está inoperativo el periodo actual, no se repondrá y por lo tanto tampoco existirá mantenimiento de ningún tipo.

A continuación presentamos la solución analítica del valor de sostener cada política en el tiempo para los casos donde  $I_t = 1$ .

**Proposición 2:** Denotamos por  $v_i^j(I_t)$  al valor en t de aplicar perpetuamente el vector de política  $\{M = i, R = j\}$  sobre un activo bajo un estado cierto  $I_t$ , es decir, después de posibles fallos y reposiciones.

$$v_P^R(1) = \frac{u(\phi+1-c_M)+\beta\delta_P u(1-c_R)}{1-\beta^2\delta_P-\beta(1-\delta_P)}; v_{NP}^R(1) = \frac{u(\phi+1)+\beta\delta_{NP}u(1-c_R)}{1-\beta^2\delta_{NP}-\beta(1-\delta_{NP})},$$

$$v_P^{NR}(1) = \frac{u(\phi+1-c_M)+\beta\delta_P \frac{u(1)}{1-\beta}}{1-\beta(1-\delta_P)}; v_{NP}^{NR}(1) = \frac{u(\phi+1)+\beta\delta_{NP} \frac{u(1)}{1-\beta}}{1-\beta(1-\delta_{NP})}.$$

**Demostración:** Ver Anexo 1.

A continuación, exploraremos la optimalidad de las políticas en función de los parámetros del problema. Como observamos anteriormente, las decisiones de política del problema son independientes. Esto significa que podemos tomar una aproximación analítica al problema estudiando cada optimización condicional a la otra. En otras palabras, compararemos las funciones valor de ambos enfoques de mantenimiento bajo un mismo enfoque de reposición, y luego compararemos ambos enfoques de reposición bajo un mismo enfoque de mantenimiento, y en cada caso haremos un ejercicio sencillo de estática comparativa.

#### 5.4.1 Elección Estrategia Mantenimiento

Del hecho de que no hay interacción entre ambas decisiones de política, se desprende que basta en este caso con comparar  $v_P^R(1)$  con  $v_{NP}^R(1)$  y  $v_P^{NR}(1)$  con  $v_{NP}^{NR}(1)$ . El ejercicio descrito arroja los siguientes resultados:

Bajo reposición:

$$v_P^R(1) > v_{NP}^R(1) \Leftrightarrow u(\phi + 1 - c_M) > G_R u(\phi + 1) + [1 - G_R] u(1 - c_R)$$

Bajo no reposición:

$$v_P^{NR}(1) > v_{NP}^{NR}(1) \Leftrightarrow u(\phi + 1 - c_M) > G_{NR} u(\phi + 1) + [1 - G_{NR}] u(1)$$

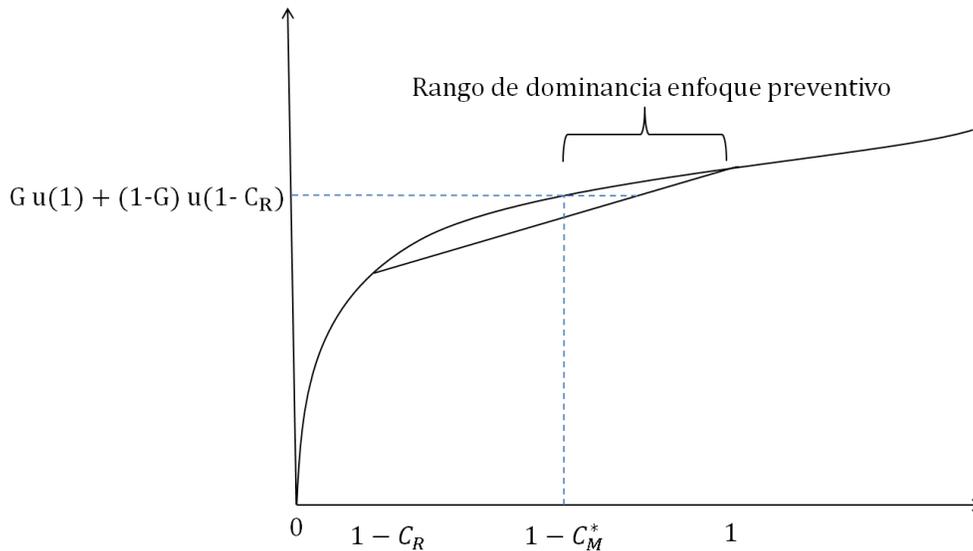
con  $G_R = \frac{1 + \beta \delta_P}{1 + \beta \delta_{NP}} \in (0, 1)$  y  $G_{NR} = \frac{1 - \beta(1 - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} \in (0, 1)$ . El desarrollo completo se encuentra en el Anexo 2a.

**Proposición 3:** Para cualquier política de reposición,  $\exists c_M^* > 0$  tal que es óptimo mantenimiento preventivo si y sólo si  $c_M < c_M^*$

**Demostración:** En ambos casos, para  $c_M = 0$  es óptimo prevenir. Por lo tanto, por la continuidad de la función  $u$ , existe una vecindad en torno a  $c_M = 0$  tal que sigue siendo óptimo prevenir.

En la Figura 2 se ilustra la condición que determina los valores de  $c_M$  que aseguran la optimalidad del enfoque preventivo para el caso con reposición y de  $\phi = 0$ . En este caso, siempre que  $c_M < c_M^*$ , se tiene que  $u(1 - c_M)$  es mayor que la combinación convexa entre  $u(1)$  y  $u(1 - c_R)$  determinada por los parámetros del problema, lo que asegura la optimalidad del enfoque preventivo de acuerdo al resultado reportado anteriormente.

Figure 2: Dominancia enfoque preventivo con  $\phi = 0$  para caso reposición



**Demostración:** Ver Anexo 3.

Los resultados son intuitivos. El caso (a) refleja el hecho que una mayor valoración por periodos futuros permite tolerar un gasto superior en mantenimiento preventivo cuyos frutos no son inmediatos, tales como realizar lubricaciones en equipos que actualmente no

presentan problemas. Los casos (b) y (c) refieren al hecho que mientras mayor es la reducción en la probabilidad de fallo,  $\delta_{NP} - \delta_P$ , mayor ganancia derivada de la prevención. Este es el caso de los equipos industriales, donde una alta intensidad de uso los expone a riesgo de fallas que pueden ser evitadas con un monitoreo regular. En el caso de transporte vertical mencionado, imágenes térmicas pueden alertar con anticipación situaciones de desgaste en materiales y probables fallas. En (d) podemos ver la interacción entre la reposición y la prevención, donde encontramos que un activo fácil de reponer, es menos propenso a recibir mantenimiento preventivo y al contrario, cuando su reposición es costosa, se prefiere mantener preventivamente. El primer caso podría reflejar la situación de ambulancias cuya flota es repuesta regularmente por ser de (relativamente) bajo costo, pero que no reciben mantenimiento preventivo. También podría reflejar la situación de mobiliario no clínico de bajo costo como iluminación. El segundo caso, refleja la situación de equipos médicos de alto costo (scanners por ejemplo), cuyo mantenimiento preventivo es prácticamente indiscutido. Finalmente en (e) encontramos que equipos de alto impacto en las operaciones del hospital, como equipos médicos críticos, exigen un uptime alto y se está dispuesto generalmente a aceptar tal costo en términos de mantenimiento preventivo sin reparos. Esta es precisamente la situación en muchos hospitales públicos y de hecho existen indicaciones en Chile a nivel sectorial para tener buenas prácticas en la conservación de estos.

#### 5.4.2 Elección Estrategia Reposición

En este caso el ejercicio es hacer la siguiente comparación para determinar si reposición es conveniente:

$$u(1 - c_R) + \beta v_i^R(1) > \frac{u(1)}{1 - \beta}$$

En esta formulación está implícita la optimalidad de la reposición inmediata.

**Proposición 5:** Si los activos están inoperativos y es óptimo reponer, no es óptimo esperar un periodo.

**Demostración:** La demostración intuitivamente se relaciona con el hecho de que el problema no cambia periodo a periodo de modo que si fuera óptimo posponerlo un periodo, la postergación se repetiría el próximo periodo y así nunca se repondría el activo. Para demostrar formalmente que esto es así demostraremos que no óptimo esperar un periodo para reponer, es decir:

$$u(1) + \beta(u(1 - c_R) + \beta v_i^R(1)) < u(1 - c_R) + \beta v_i^R(1)$$

Empleando la condición de reposición:

$$u(1 - c_R) + \beta v_i^R > \frac{u(1)}{1 - \beta}$$

$$u(1 - c_R)(1 - \beta) + \beta v_i^R(1) - \beta^2 v_i^R(1) > u(1)$$

$$u(1 - c_R) + \beta v_i^R(1) > u(1) + \beta(u(1 - c_R) + \beta v_i^R(1))$$

de lo cual se demuestra lo requerido.

Empleando los valores obtenidos para  $v_i^R(1)$ , los resultados son los siguientes.

Bajo Prevención:

$$v_P^R(1) > v_P^{NR}(1) \Leftrightarrow [u(1 - c_R) + [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)] \frac{\beta}{1 + \delta_P \beta}] > u(1)$$

Bajo No Prevención:

$$v_{NP}^R(1) > v_{NP}^{NR}(1) \Leftrightarrow [u(1 - c_R) + [u(\phi + 1) - u(1 - c_R)] \frac{\beta}{1 + \delta_{NP} \beta}] > u(1)$$

Ver el desarrollo en Anexo 2b.

**Proposición 6:** Para cualquier política de mantenimiento,  $\exists c_R^* > 0$  tal que es óptima la reposición si y sólo si  $c_R < c_R^*$ .

**Demostración:** El argumento es análogo al de la demostración de la Proposición 3.

**Proposición 7:** Sea  $c_R^*$  el valor crítico descrito en la Proposición 6. Entonces los siguientes resultados de estática comparativa son ciertos: (a)  $\frac{\partial c_R^*}{\partial \beta} > 0$ , (b)  $\frac{\partial c_R^*}{\partial \delta_P} < 0$ , (c)  $\frac{\partial c_R^*}{\partial \delta_{NP}} < 0$ , (d)  $\frac{\partial c_R^*}{\partial c_M} < 0$ , (e)  $\frac{\partial c_R^*}{\partial \phi} > 0$ .

**Demostración:** Ver Anexo 4.

El resultado (a) se interpreta como sigue: una mayor valoración del futuro lleva a una mayor valoración de disponer del activo en el futuro y por tanto, a una mayor disposición a pagar por reposición. Los casos (b) y (c) indican que la reposición de un activo con una mayor probabilidad de sostenerse operativo es una mejor inversión. Por otro lado (d), refleja el hecho de que bajo prevención, un activo más barato de mantener preventivamente es del mismo modo también una mejor inversión (su reposición). Así por ejemplo, si algún área verde del hospital representa un alto costo de mantenimiento preventivo, al deteriorarse se optará por una alternativa más económica, en el mejor de los casos, pues otras veces simplemente existirá un terreno baldío en su lugar como es el caso de algunos hospitales en Chile como El Salvador (ver fotografía en Anexo 6). Finalmente (e) se relaciona con que una mayor importancia del activo en las prestaciones sanitarias persuade al director a que el uptime de tal activo sea el máximo posible. De nuevo, un equipo médico crítico es un ejemplo de un bien que es repuesto inmediatamente en cualquier hospital.

## 5.5 Provisión Pública

Es evidente que la duración de los directores en los hospitales no es cercana a la de la vida útil de un hospital. También es posible argumentar que la métrica con la cual se evalúan sus desempeños se relaciona con las prestaciones médicas que el hospital bajo su administración ofrece. En estas condiciones, un director puede ser miope respecto a la situación del hospital

en periodos futuros toda vez que, a diferencia del planificador central, no internaliza los beneficios de acciones que se materialicen fuera de su periodo de administración.

La rotación del personal directivo es particularmente fuerte al comienzo de un ciclo presidencial (Egaña, 2014). En tal caso, suponiendo que un director administra un hospital por cuatro años, es evidente que, al menos en el último periodo no existirá incentivo alguno para mantenimientos o reposiciones de ningún tipo, aún cuando sean óptimas.

El supuesto de un periodo de administración de cuatro años puede parecer optimista cuando se observa la rotación efectiva en algunos hospitales. En el hospital San José, uno de los más endeudados de Chile, en un periodo de 12 años hubo 13 directores distintos. La fuerte presión existente en el sector salud por resultados junto a bajos incentivos por una carrera directiva generan que la desvinculación sea una posibilidad permanente para el director.

En este modelo, esta situación puede incorporarse estableciendo un factor de descuento de la dirección  $\beta_D$  más pequeño que  $\beta$ . Formalmente, sea  $p$  la probabilidad exógena de ser desvinculado de la administración que enfrenta un director. Si asumimos que una vez desvinculado, no existe manera de volver al cargo público, esto se traduce en  $\beta_D = p\beta$ . A continuación veremos las implicancias que esto tiene para la eficiencia productiva del hospital.

**Proposición 8:** Asumiendo un factor de descuento  $\beta_D = p\beta$  para el director asociado a gestión pública, donde  $p \in (0, 1)$ : (a) pueden existir activos cuyo mantenimiento óptimo es preventivo y bajo gestión pública se aplica mantenimiento reactivo y; (b) pueden existir activos que ante una falla es óptimo reponer pero bajo gestión pública no se aplica reposición.

**Demostración:** Sea  $c_M^*(\beta)$  el valor crítico de  $c_M$  en función de  $\beta$  y el resto de los parámetros. Se desprende de las Proposiciones 3 y 4 que (a) es cierto toda vez que  $c_M \in [c_M^*(\beta_D), c_M^*(\beta)]$ . Análogamente, empleando las Proposiciones 6 y 7 se demuestra (b).

De la Proposición 8 se desprende que activos con cualidades específicas están expuestos con mayor grado a ineficiencias cuando la administración es impaciente. Activos con un efecto  $\phi$  moderado en las prestaciones sanitarias, como áreas verdes, recibirían con mayor

probabilidad un mantenimiento insuficiente. El caso mencionado del Hospital El Salvador es ilustrador: hasta hace unos meses existía un terreno baldío próximo y visible desde el servicio de imagenología de tal recinto. En algunos casos, los activos pueden tener un impacto grande, pero una sencilla reposición y por lo tanto, la tentación de no emplear mantenimiento preventivo es alta. Este es el caso de las ambulancias mencionado anteriormente, donde existe evidencia anecdótica de reposición periódica de la flota y un insuficiente mantenimiento continuo. También podemos reconocer casos donde la disminución de probabilidad de fallo junto con el impacto no son lo suficientemente grandes como para motivar prevención, como en el caso de los baños. De acuerdo a una fiscalización hecha por la Superintendencia de Salud, 25% de las áreas evaluadas en hospitales públicos no disponía de baños funcionales. Una situación similar corresponde a la de transporte vertical, cuyo mantenimiento es costoso y poco atractivo. En la misma fiscalización se verifica que 16% de los casos evaluados presentaron ascensores sin mantenimiento al día y en 11% estaban en mal estado<sup>18</sup>.

## 5.6 Extensión: Costo Endógeno de Reposición

Hasta ahora hemos asumido que el costo de reposición  $c_R$  no depende de la estrategia de mantenimiento. En esta sección relajamos este supuesto para estudiar los casos de redes y áreas verdes, donde se identifican menores costos de reposición cuando se emplea un mantenimiento preventivo. En el caso de redes, un mantenimiento permanente permite mantener planos actualizados y en consecuencia, hacer diagnósticos precisos sobre las piezas que requieren reposición en caso de fallo. En el caso de áreas verdes, debido al riesgo de proliferación de vegetación invasora, un cuidado permanente hace menos engorrosa la manipulación de las plantas. En los dos casos un cuidado preventivo se traduce en un menor costo de reposición.

Para abordar estos casos formalmente reformulamos la Proposición 2 para incluir el hecho de que un mantenimiento preventivo implica un menor costo de reposición. Mas adelante mostraremos por qué sigue siendo válido emplear estas expresiones.

**Proposición 9:** Sea  $c_R$  el costo de reposición cuando existe mantenimiento preventivo y

---

<sup>18</sup>“Fuera de Servicio” o “En Mantenimiento”.

$\overline{c}_R$  cuando existe mantenimiento no preventivo. Denote por  $v_i^j(I_t)$  al valor en  $t$  de aplicar perpetuamente el vector de política  $\{M = i, R = j\}$  sobre un activo bajo un estado cierto  $I_t$ . Entonces  $v_P^R(1) = \frac{u(\phi+1-c_M)+\beta\delta_P u(1-\overline{c}_R)}{1-\beta^2\delta_P-\beta(1-\delta_P)}$ ;  $v_{NP}^R(1) = \frac{u(\phi+1)+\beta\delta_{NP} u(1-\overline{c}_R)}{1-\beta^2\delta_{NP}-\beta(1-\delta_{NP})}$ ;  $v_P^{NR}(1) = \frac{u(\phi+1-c_M)+\beta\delta_P \frac{u(1)}{1-\beta}}{1-\beta(1-\delta_P)}$ ;  $v_{NP}^{NR}(1) = \frac{u(\phi+1)+\beta\delta_{NP} \frac{u(1)}{1-\beta}}{1-\beta(1-\delta_{NP})}$ .

**Demostración:** La demostración de esta proposición es idéntica a la Proposición 2.

En el nuevo contexto, notar que no toda la información del problema está en el estado del activo, pues la decisión de mantenimiento pasada tiene directa influencia en el problema actual de reposición. En otras palabras, las decisiones de mantenimiento y reposición no son independientes y por lo tanto no podemos estudiar cada una condicional a la otra como lo hicimos anteriormente. No obstante, es posible demostrar que el vector de políticas óptimas no varía en el tiempo y por lo tanto las expresiones de la Proposición 9 están bien definidas para el problema y permitirían rastrear la solución.

Sin realizar un ejercicio de estática comparativa formal, es posible representar los casos de redes y áreas verdes atendiendo a la magnitud relativa de los parámetros en las expresiones de la Proposición 9. En el caso de redes, ya sean eléctricas, hídricas, o de otro tipo, existe un alto incentivo a mantener preventivamente las redes para de esa forma tener planos actualizados que permitan tener un costo de reposición  $\underline{c}_R$  bajo. Esto actúa como un incentivo a adoptar una estrategia de mantenimiento preventivo y reposición del activo, ya que  $v_P^R(1)$  crece. No obstante, en el caso de hospitales antiguos, no existen tales planos o estos se encuentran incompletos. En este modelo, esto se interpreta como un costo de aplicar mantenimiento preventivo tan alto que los vectores de política sin prevención se hacen atractivos. En sectores del hospital donde el impacto  $\phi$  en las prestaciones es bajo como en los baños, el alto costo de reposición debido a la ausencia de prevención se traduce en que se encuentran frecuentemente fuera de servicio por falta de agua o electricidad. Este resultado del modelo es consistente con la evidencia empírica y anecdótica disponible para Chile. El caso de áreas verdes es similar, salvo porque aunque también exista un menor costo de reposición al mantener preventivamente, el impacto en las prestaciones médicas es tan bajo que no existe

incentivo a prevenir y reponer la vegetación para asegurar un nivel de calidad mínimo. Esto implica que en los hospitales hay áreas verdes descuidadas y sin vegetación alguna, como es posible apreciar en el caso del hospital El Salvador en Chile (ver Anexo 6).

## 6 Implementación del Óptimo Social vía APP

Una ventaja de las APP es que tienen la potencialidad de asignar los riesgos del proyecto de forma eficiente entre el gobierno y la concesión. A través de un contrato es posible establecer incentivos adecuados para que la administración de los riesgos adoptados por el concesionario maximice el valor total esperado del proyecto. En el caso de carreteras el concesionario tiene incentivos a construir a tiempo la obra para cobrar su pago a través de peajes. En el caso de infraestructura social como cárceles u hospitales no existe tal mecanismo de pago y en su lugar se emplean Pagos por Disponibilidad (Availability Payments en inglés), retribuciones contingentes a la óptima funcionalidad de la infraestructura social y servicios estipulados.

A diferencia de Provisión Pública donde las autoridades deben reglamentar y fiscalizar las prácticas asociadas a los inputs productivos (cuales activos que reciben mantenimiento y reposición, contratación de ciertos profesionales específicos, etc.), en el caso de una APP se puede aprovechar la libertad operativa que tiene el privado en la gestión de tales inputs exclusivamente monitoreando los outputs. En este caso, ignoramos las diferencias de costo que podrían existir entre estas dos alternativas de Control para enfocarnos simplemente en como puede alcanzarse el óptimo social vía APP.

Suponiendo se establece un pago por disponibilidad del activo y como es usual, una multa en caso de su desperfecto, el contrato establecería una transferencia condicional  $T$  del tipo:

$$T(I_t) = \begin{cases} -\lambda & : I_t = 0 \\ PPD & : I_t = 1 \end{cases}$$

donde  $\lambda > 0$  representa una multa contingente a una carencia en el servicio y  $PPD > 0$  un pago por disponibilidad.

A continuación demostraremos que un pago por disponibilidad sin multas es suficiente para asegurar una política óptima bajo APP.

**Proposición 10:** Asumamos un factor de descuento  $\beta$ , costo de reposición  $c_R$  y costo del mantenimiento preventivo  $c_M$  idéntico para el concesionario y el planificador central. Además, asuma la concesión tiene una función de utilidad cóncava y que se cumple la condición de participación. Existe un *pago por disponibilidad* lo suficientemente grande tal que cuando el activo es administrado por el concesionario, el vector de política es el óptimo social.

**Demostración:** Recordemos el problema del planificador central en las ecuaciones (1)-(4). En tal problema existe una utilidad derivada de la disponibilidad del activo a través de  $\phi$  en el argumento de la función. El problema de la administración de activos para el concesionario es análogo, pero con una función de utilidad diferente que asumimos es cóncava. Invocando a la Proposición 4, sabemos que  $\frac{\partial c_M^*}{\partial \phi} > 0$  y que en este caso (ver condiciones de prevención), si el valor de disponer del activo es lo suficientemente grande, es conveniente la aplicación de un mantenimiento preventiva. Se puede aplicar el mismo argumento para la reposición invocando la Proposición 7 estudiando las condiciones correspondientes.

**Proposición 11:** Tomando los supuestos de la proposición 10, si la multa  $\lambda$  aplicada al concesionario sobre un activo inoperativo bajo su administración es lo suficientemente grande, entonces el vector de política resultante es el óptimo social.

**Demostración:** Aplicamos la multa  $\lambda$  a las condiciones de prevención y reposición.

Condiciones de Prevención:

Bajo reposición:

$$v_P^R(1) > v_{NP}^R(1) \Leftrightarrow u(\phi + 1 - c_M) > G_R u(\phi + 1) + [1 - G_R] u(1 - c_R - \lambda)$$

Bajo no reposición:

$$v_P^{NR}(1) > v_{NP}^{NR}(1) \Leftrightarrow u(\phi + 1 - c_M) > G_{NR}u(\phi + 1) + [1 - G_{NR}]u(1 - \lambda)$$

Condiciones de Reposición:

Bajo Prevención:

$$u(1 - c_R - \lambda) + [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R - \lambda)] \frac{\beta}{1 + \delta_P \beta} > u(1)$$

Bajo No Prevención:

$$u(1 - c_R - \lambda) + [u(\phi + 1) - u(1 - c_R - \lambda)] \frac{\beta}{1 + \delta_{NP} \beta} > u(1)$$

Es trivial notar que en todos los casos una multa  $\lambda$  lo suficientemente grande permite cumplir con las condiciones dadas.

Las Proposiciones 10 y 11 nos muestran la existencia de mecanismos de retribución y castigo por la disponibilidad y fallo de los activos que inducen el resultado óptimo. No obstante, los requerimientos informacionales de este problema harían difícil calcular el mínimo pago por disponibilidad necesario para inducir el resultado óptimo. Las mismas dificultades existen al estimar la mínima multa necesaria para tal propósito. No es el objetivo de este artículo resolver ese problema, pero en la siguiente sección se estudia la experiencia chilena en hospitales concesionados y las aplicaciones de multas a la concesión asociadas a la administración de sus activos. Recordemos que multas insuficientes pueden perder efecto persuasivo en relación a acciones de prevención.

En cualquier caso, es trivial notar que los óptimos sociales podrían ser alcanzados por provisión pública bajo algún mecanismo de incentivo bien diseñado, pero en este caso con multas y pago por disponibilidades mayores, debido a la miopía asociada a un menor factor de descuento (ver Proposición 8). Desafortunadamente, es precisamente lo contrario lo que típicamente se observa en provisión pública: no hay responsables específicos por la administración de los activos en los hospitales, lo que es interpretable como nullos pagos

por disponibilidad y multas bajas aplicadas sobre la administración hospitalaria. No es el objetivo de este artículo enlazar el contexto en que opera provisión pública con algún esquema de incentivos que permita aumentar la eficiencia operativa, pero destacamos la urgencia de su implementación.

## 7 Experiencia Chilena en Hospitales Concesionados

El uso de concesiones en Chile fue motivado a principios de los 90 por la enorme brecha existente en infraestructura en el país. Desde la primera experiencia en 1993, el sistema ha tenido un amplio uso en diversos tipos de proyectos, particularmente en carreteras, donde representó el 89% de la inversión total en la ventana 1993-2007 (Engel, Fischer, & Galetovic, *Economía de las Asociaciones Público-Privadas: Una guía básica*, 2014). Con el tiempo, se ha extendido su uso a aeropuertos, ferrocarriles, embalses, infraestructura para el sistema de transporte público, y más recientemente, en obras diseñadas con el estado como usuario final, como es el caso de hospitales, centros de justicia o cárceles.

Con un marco institucional único en el mundo, las concesiones hospitalarias en Chile tienen la cualidad de gestarse y supervisarse por las autoridades de obras públicas y no por las sanitarias. Bajo el marco jurídico de la Ley de Concesiones de Obras Públicas promulgada en 1996, todo proyecto ajeno al dominio del Ministerio de Obras Públicas (MOP), debe contar con su aprobación a través de un mandato hecho desde el organismo interesado o mandante, en este caso el MINSAL. Concretamente, MOP licita y se encarga de la inspección fiscal de la construcción y operación de las obras, a través de una unidad especializada en concesiones, mientras MINSAL es responsable de la entrega de terrenos, antecedentes y recursos necesarios para que la concesión pueda realizarse. Ambos ministerios participan en la creación de las bases de licitación (BL) y en el proceso de adjudicación del contrato.

Chile se embarca el 2003 en el primer proyecto de concesión hospitalaria en su historia, el diseño del Complejo Hospitalario Salvador Infante, cuyo objetivo consistía en la reposición de un conjunto de obras en uno de los servicios de salud más importantes de la capital. El proyecto fue cancelado antes de ser licitado debido al excesivo riesgo que significaba estrenar el modelo en un hospital de alta complejidad y en parte por la inequidad que significaba su ubicación. Por esta razón, en 2006 se emprendió el proyecto doble de los hospitales de Maipú y La Florida, de menor complejidad y ubicados en comunas menos acomodadas (Tapia, 2010). Ambos se encuentran operativos desde 2014.

A la fecha, la cartera de hospitales concesionados considera también otros tres recintos: el Hospital de Antofagasta en el norte del país, que ya se encuentra en operación, y dos en

construcción que corresponden a la normalización del Hospital Salvador e Instituto Nacional de Geriátrica y el Hospital Santiago Occidente (ex Felix Bulnes). Por último, dos proyectos en la comuna de Puente alto ya fueron adjudicados. La política chilena de concesiones hospitalarias ha enfrentado oposición desde varios sectores, al punto que su credibilidad como medio de provisión ha sido cuestionado incluso por autoridades de gobierno. Todos los proyectos se caracterizan por dejar en manos de MINSAL la gestión clínica. Cabe mencionar que con posterioridad a la experiencia de Maipú y La Florida la política de concesiones hospitalarias en Chile experimentó al menos tres cambios importantes. Primero, se empezó a emplear la modalidad B.O.T.<sup>19</sup> donde los anteproyectos son preparados previamente entre MINSAL y MOP; segundo, fueron incorporados a los contratos la provisión de los equipos médicos y mobiliario clínico<sup>20</sup>; y tercero, se transitó hacia su uso en recintos de mayor complejidad (desde Antofagasta en adelante).

**Tabla 9: Hospitales Concesionados en Chile**

| Hospital                                | Superficie<br>(m2) | Camas | Situación                     | Modalidad | Presupuesto<br>Oficial<br>(UF) |
|---|--------------------|-------|-------------------------------|-----------|--------------------------------|
| Maipu                                   | 70.000             | 375   | En Operación                  | DBOT      | 6.568.000                      |
| La Florida                              | 72.000             | 391   | En Operación                  | DBOT      |                                |
| Antofagasta                             | 114.048            | 671   | En Operación                  | BOT       | 5.300.000                      |
| Salvador-Geriátrico                     | 165.948            | 642   | En Construcción               | BOT       | 6.714.000                      |
| Santiago Occidente<br>(ex Felix Bulnes) | 129.788            | 523   | En Construcción<br>(atrasado) | BOT       | 5.300.000                      |
| Sótero del Río                          | 215.212            | 710   | Adjudicado                    | BOT       |                                |
| Cordillera                              | 94.377             | 394   | Adjudicado                    | BOT       |                                |

*Fuente: Elaboración Propia en base a información oficial [www.concesiones.cl](http://www.concesiones.cl)*

<sup>19</sup>(Design) Build, Operate and Transfer, sigla en inglés que denota un modelo donde el privado (diseña) construye, opera y transfiere el activo.

<sup>20</sup>Además, en los hospitales Félix Bulnes y Salvador también se considera Servicio de Traslado y en el caso del segundo, Servicio de Logística.

## 7.1 Hospitales de Maipú y La Florida

Los hospitales de Maipú y La Florida, son dos establecimientos de mediana complejidad, con atención abierta y cerrada, ubicados en dos de las comunas más habitadas de la capital. El alcance del proyecto de su concesión contempló: el diseño de las obras basado en pautas y requerimientos específicos publicados por las autoridades; su construcción; la provisión de equipamiento industrial y mobiliario no clínico y; servicios de explotación por un periodo de 15 años para luego ser devuelto a las autoridades.

### Adjudicación

El proyecto es adjudicado el 2009 por el consorcio español San José Tecnocontrol S.A. en una licitación internacional donde participaron tres competidores válidos. En caso de ser considerada técnicamente aceptable (según la Comisión Técnica compuesta por MINSAL, MOP y Ministerio de Hacienda), cada postulación compitió a través de una oferta económica y una oferta técnica: la oferta económica expresada en montos que retribuyen el cumplimiento de hitos de construcción, y disponibilidad del recinto, denominados Subsidio Fijo a la Construcción (SFC) y Subsidio Fijo a la Operación (SFO), respectivamente; y la oferta técnica, relacionada con la calidad de la solución ofertada por el postulante, evaluada por la Comisión y cuantificada en un puntaje denominado “Ponderador de Nota Técnica” (PNOT).

En función de las ofertas, se determina el puntaje final según:

$$P = - \left[ \left\{ \frac{1,1737433}{100.000} \times SFC + \frac{3,2691068}{100.000} \times SFO \right\} \times 0,90 - PNOT \times 0,10 \right]$$

de manera que el mayor puntaje (P) gana la licitación.

Formalmente, no existe en Chile un procedimiento que evalúe el VFM de los hospitales concesionados en estudio. Sin embargo, se establecen subsidios máximos de manera de salvaguardar la conveniencia del proyecto. Tales subsidios máximos se calculan en base a supuestos respecto a los costos y rentabilidad de la concesión a lo largo del CV del

proyecto. En este caso, tales subsidios fueron 240.000 UF y 1.425.000 UF para SFO y el SFC, respectivamente. En este sentido, es posible notar que los subsidios pactados fueron un 22% menores que el máximo para la construcción.

**Tabla 10: Resultados Licitación Hospitales La Florida y Maipú**

| Licitante                               | SFC       | SFO     | Nota Técnica | Oferta | Puntaje (P) |
|---|-----------|---------|--------------|--------|-------------|
| San José Tecnocontrol                   | 1.100.075 | 240.000 | 5,3          |        | -16,13776   |
| Consorcio Franco Italiano Dalkia - Inso | 1.272.185 | 233.050 | 5,3          |        | -17,64576   |
| Acciona Concesiones Hospitalarias Chile | 1.339.495 | 239.995 | 5,1          |        | -18,66113   |

*Fuente: Coordinación de Concesiones de Obras Públicas, MOP*

### Incentivos y Control

El contrato considera el pago del SFC de forma anual por ocho años desde que empieza a funcionar provisoriamente el hospital y el pago del SFO por 15 años de forma semestral desde su puesta en marcha definitiva. La primera etapa, relacionada con la construcción y su posterior aprobación por MINSAL y MOP, considera un plazo de 3 años (salvo excepciones) y la segunda etapa, con sus respectivos pagos, inicia una vez se hayan aprobado todas las disposiciones requeridas para el funcionamiento normal del recinto. Existen además pagos variables por el uso contingente del hospital e inversiones imprevistas<sup>21</sup>. El control de los servicios lo realiza MOP a través de la Inspección Fiscal (IF) y una asesoría externa que lo apoya<sup>22</sup>, además de información de los mismos usuarios del personal (a través de reclamos en una plataforma informática) y de la propia concesionaria, de acuerdo a lo establecido en las bases de licitación. En términos contractuales, el mecanismo de aseguramiento de

<sup>21</sup>Según artículo 19 de LCOP, el MOP puede cambiar contrato por interés público y estas serán valoradas según artículo 1.12.5.3.2, con un límite de 10% de la inversión inicial y la exigencia de que no sea antes de 3 años del vencimiento de la Concesión. Cuando son convenidas, se hace un Convenio Complementario valoradas de la misma forma y aprobada por MINSAL. En cualquier caso, los cambios deben ser apoyados por estudios ingenieriles.

<sup>22</sup>Debe realizar al año al menos 2 auditorías anuales para recabar información con las cuales generar los Niveles de Servicio, además de ejecutar 3 evaluaciones de los procesos de forma aleatoria.

calidad contempla tres aspectos: la aplicación de multas para condiciones que puedan poner en riesgo la calidad de servicio, como cortes de suministro eléctrico o incumplimientos de disposiciones hechas por el IF; un premio anual por alcanzar ciertos Niveles de Servicio, puntajes determinados por los incumplimientos en los distintos servicios en que incurra la concesionaria y su capacidad de resolverlos oportunamente en coordinación con las autoridades; y la obligación de la concesionaria a obtener certificación de calidad ISO 9001 y ser auditada por una consultora independiente, ambas a su total costo y responsabilidad. Tanto en la construcción como en la explotación, un Comité Coordinador compuesto por el IF, el gerente de operaciones de la Concesión y el director del Hospital, resuelven los incumplimientos y motivos de premios y multas, además de procurar la gestión eficiente de los servicios.

### **Mantenimiento en el contrato**

La concesión es responsable de la continuidad y calidad de los servicios establecidos en las bases de licitación, de manera que ante un desperfecto debe corregir, o si el IF lo considera necesario, reponer el elemento en cuestión<sup>23</sup>. En caso de que la responsabilidad de la falla sea ajena al Concesionario, existe un Fondo de Reserva obligatorio para hacer frente a contingencias imprevistas.<sup>24</sup> Las actividades de mantenimiento regulares son calendarizadas, respaldadas técnicamente y aprobadas por el IF anualmente a través de un Programa de Mantenimiento, que debe contemplar acciones mínimas establecidas en las BL.

### **Evaluación disponible de la experiencia chilena**

De acuerdo a estudios del gremio concesionario (Asociación de concesionarios de obras de infraestructura pública, 2016), los niveles de servicio en 2015 para los servicios básicos y especiales obligatorios fueron los máximos posibles (100%), salvo para alimentación, donde la calificación aún se encuentra dentro del rango excelente (mayor a 99%). Desafortunadamente, no hay información pública sobre los informes de auditoría sobre la cual está basado el documento. Existen, sin embargo, dudas respecto a si el sistema informático empleado

---

<sup>23</sup>Dos o más correcciones en siete días constituye fundamento suficiente para exigir reposición.

<sup>24</sup>En caso de sobrepasar los 7500 UF debe contar con aprobación de MH. Se le exige también a la concesión tener un seguro contra catástrofes, además de protocolos de seguridad ante situaciones imprevistas

“Centro de Atención a Usuarios” (CAU) para generar reclamos y por lo tanto los Niveles de Servicio sea apropiado para este fin toda vez que es complejo de usar y resulta poco amigable (Morales & Puebla, 2016).

En el mismo documento, es citada una encuesta de 2016 encargada por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) a CADEM hecha tanto a pacientes ambulatorios y hospitalizados como a las familias de ellos. Los principales mensajes que se desprenden de la encuesta son: hospitales son bien evaluados en términos de la construcción y acondicionamiento, mientras las peores evaluaciones hacen referencia a climatización y aspectos de gestión clínica, tales como el volumen de especialistas y listas de espera; que las personas en su mayoría desconocen su naturaleza concesionada; y que en general son contrarios al modelo de concesión (como concepto).

En relación a la climatización, de acuerdo a entrevistas hechas a funcionarios del hospital, se describe que en el caso del Hospital de La Florida hubo una determinación insuficiente de las necesidades técnicas en el diseño, toda vez que sólo fueron contempladas áreas críticas que por norma son obligatorias, lo que explica que en meses de calor existan altas temperaturas resueltas con soluciones menos eficientes y costosas por la concesión actuando como monopolio (Morales & Puebla, 2016). Una situación similar se observa en relación a la ubicación de enchufes, que expost requerían ser trasladados para poder ser usados con los equipos médicos lo cual significó un alto costo para el Estado. Valdría entonces la pena investigar si es que las cláusulas destinadas a realizar modificaciones a un precio justo están cumpliendo su objetivo<sup>25</sup>.

La evaluación comparada más completa disponible de los costos de ambos medios de provisión fue realizada por Saint Pierre, Solar y San Martín en 2017. En el ejercicio que realizan incorporan diversas críticas a evaluaciones informales anteriores, principalmente en lo referido a la temporalidad de los flujos, los sobrecostos y el tratamiento del IVA. Comparando 24 recintos de similares características con los 4 hospitales concesionados

---

<sup>25</sup>Según las bases de licitación, el IF tiene la potestad de solicitar a la concesión reparaciones, mantenimientos y reposiciones por causas ajenas a la Sociedad Concesionaria, a través de elegir el más conveniente entre: a) el presupuesto que hace la concesionaria sobre las obras con un plazo de 10 días (extendible) y; b) el 110% del menor de un máximo de tres presupuestos hechos por el IF en el mismo plazo que la concesión. Los dineros para estas modificaciones provienen de un fondo de reserva obligatorio, sin perjuicio de que si el saldo no es suficiente para los gastos el servicio de salud correspondiente reembolse la diferencia. Si el uso de este mecanismo excede las 7500 UF semestrales requiere visto bueno de MH.

en marcha, encuentran que: el costo de construcción es menor para todos los hospitales concesionados; salvo para Maipú y la Florida, todos los hospitales tendrían menores costos de operación y; un análisis del modelo financiero completo de los proyectos Maipú y La Florida, y Antofagasta, arrojan VFM de 1.488.744 y 1.505.411 UF, respectivamente.

En cuanto a la mantenimiento de la infraestructura, existe evidencia anecdótica de que los equipos son efectivamente mantenidos de acuerdo a especificaciones de los fabricantes, generalmente a través de externos, y que existen protocolos predefinidos para su reposición, aunque de acuerdo a encuestas hechas a las enfermeras del recinto, los tiempos de respuesta ante fallas no son del todo satisfactorios (Morales & Puebla, 2016).

Asumiendo que la aplicación de multas es hecha con información oportuna, se puede decir que el funcionamiento del hospital no ha estado exento de problemas relacionados con el Servicio de Mantenimiento. La mayoría de las faltas del servicio tienen relación con discontinuidad operacional en equipos dependientes de suministro eléctrico y con climatización de áreas críticas por periodos de tiempo relativamente cortos. No obstante, también se encuentra el caso de una filtración recurrente en el Hospital de la Florida que conlleva multas modestas cada vez que ocurre (100 UTM) en relación al impacto en términos de calidad de servicio que significa para los pacientes su traslado. El total de multas cursadas al servicio asociadas a mantenimiento según la información disponible a Agosto de 2017 es reportado en la Tabla 11 y asciende a 5800 UTM (415.000 dólares<sup>26</sup>).

De acuerdo a las bases de licitación del proyecto, una de las causas de extinción del contrato corresponde a la acumulación de multas en la fase de operación por sobre las 5000 UTM en un año calendario. Suponiendo la totalidad de tales multas son exclusiva responsabilidad del concesionario no atribuibles a problemas de coordinación con MINSAL, de acuerdo al modelo desarrollado en la sección anterior, el volumen de multas da cuenta de un castigo insuficiente por cada instancia de fallo en la administración de los activos y tal cota superior anual en el monto de multas no tendría un real efecto disuasivo.

No es objeto de este artículo evaluar la idoneidad y suficiencia de las multas, pero si destacar la importancia que tiene la evaluación de su efectividad para experiencias futuras.

---

<sup>26</sup>Empleando UTM y tipo de cambio observado Agosto 2017.

**Tabla 11: Multas de Mantenimiento Hospitales Maipú y La Florida (Agosto 2017)**

| Resolución<br>DGOP | Fecha<br>de falta | Hospital      | Descripción  | Multa<br>(UTM) |
|--------------------|-------------------|---------------|--|----------------|
| 299 de 2017        | dic-15            | Maipú         | Falla en suministro eléctrico y equipos (1800 UTM): alumbrados apagados en horarios indebidos, transporte vertical temporalmente fuera de servicio tras mantenimiento, cortes de suministro. Exceso de calor en áreas clínicas (100 UTM).  | 1900           |
| 526 de 2016        | abr-15            | La<br>Florida | Reclamos reiterados de suministro eléctrico en área crítica de cuidado intermedio.   | 250            |
| 527 de 2016        | abr-15            | Maipú         | Cortes reiterados en unidad de neonatología y evacuación neonatos para realización mantenimiento correctivo.   | 250            |
| 528 de 2016        | mar-15            | La<br>Florida | Filtración salas 8 y 419 de unidad de cuidados médicos del hospital. Se hizo mantenimiento correctivo en marzo de 2015 y luego en agosto del mismo año volvió a filtrarse.   | 100            |
| 2304 de 2017       | abr-16            | Maipú         | Corte de suministro seguido por sólo 90 minutos de funcionamiento de grupos electrógenos dejando en estado de Black-Out al hospital por 7 horas aprox. (250UTM)  | 250            |
| 2305 de 2017       | abr-16            | Maipú         | Fallo en baterías de transporte vertical en apagón de energía de abril de 2016.  | 1000           |
| 3694 de 2016       | sept-16           | La<br>Florida | Suministro de gases insuficiente (1750 UTM), agua suministrada no cumple estándares de calidad (100UTM) y climatización en áreas clínicas sin condiciones requeridas (llegan a casi 27 C en verano mientras se corrige problema) (100UTM). | 1950           |
| 4061 de 2016       | ene-16            | La<br>Florida | Filtraciones en sala 8 muestran mala reparación en año 2015 de parte de la concesionaria.  | 100            |

Fuente: Elaboración Propia en base a Gobierno Transparente (<http://transparencia.dgop.cl/ccop/>)

Finalmente, otro documento que aporta a la evaluación es el de la CChC de 2014, que compara 19 hospitales construidos en el decenio pasado con los 8 hospitales concesionados en agenda excluyendo Red Sur. El estudio concluye que estos últimos presentan menores costos y atrasos en la construcción, respondiendo con esto en su minuto a algunas dudas<sup>27</sup> que tenían autoridades respecto a su conveniencia económica por metro cuadrado construido (CChC, 2014).

## 7.2 Gasto en Mantenimiento entre Modelos

Una de las hipótesis de este artículo es que el modelo de concesión presenta un esquema de gobernanza proclive a la realización de actividades de mantenimiento preventivo toda vez que el concesionario internaliza los costos y beneficios a lo largo del ciclo de vida completo de las obras.

Para aproximarnos a una comparación de los esfuerzos en mantenimiento preventivo entre el modelo concesionado y el tradicional, se realizó el siguiente ejercicio: i) Fueron seleccionados 7 hospitales públicos de complejidad y número de camas en uso similar a los hospitales de Maipú y La Florida; ii) se solicitó por transparencia el acceso a sus ejecuciones presupuestarias de 2014 y 2015, donde existe una glosa de gasto en mantenimiento en el subtítulo 22; iii) se construyó una razón de Gasto en Mantenimiento sobre Gasto Operacional para los hospitales públicos seleccionados; iv) se realizó lo propio para los hospitales concesionados a través de una solicitud de información comparable al Gerente de Mantenimiento de la Concesionaria.

El gasto considerado en las ejecuciones presupuestarias y datos de la concesión corresponde al de insumos y contratos principalmente. Se excluyen los gastos en personal debido a que no fue posible con la información disponible determinar que funcionarios trabajaban en labores asociadas a mantenimiento. Al ser los gastos en personal una fracción

---

<sup>27</sup>En un estudio realizado en la cámara de diputados se estableció un costo 77,9% superior en proyectos concesionados en el valor del metro cuadrado construido, lo cual fue desmentido posteriormente por las autoridades apuntando a problemas metodológicos relacionados con cómo se llevaba a el valor a un flujo y si se consideraba o no el IVA. Ver tesis referida de la Universidad de Chile y trabajo de Pierre et. al 2017 para más detalles.

importante del gasto operacional, cualquier supuesto en este aspecto tiene un impacto importante en los resultados. Otra razón es que de acuerdo a la investigación de campo hecha en los hospitales públicos y concesionados se constató que buena parte de los esfuerzos en mantenimiento preventivo en equipos corresponden mayoritariamente a contratos con externos (muchas veces relacionados con los mismos fabricantes), donde ellos costean el personal especializado.

Típicamente, en estos contratos los insumos extraordinarios requeridos para mantenimientos correctivos son costeados por el dueño de los activos y por lo tanto, una debilidad de este ejercicio corresponde a que no es posible distinguir entre mantenimiento preventivo y correctivo dentro de los costos considerados. Existen dos argumentos para obviar esta debilidad: i) las reposiciones, que representan un mantenimiento correctivo de alto costo, están excluidas en ambos medios de provisión; ii) de acuerdo a los datos recabados con la concesionaria, los gastos en insumos representan alrededor del 10% de los gastos totales en mantenimiento, mientras los gastos en subcontratos un 30%, de manera que los gruesos de los gastos en mantenimiento son preventivos. Otras debilidades del ejercicio son la existencia de gastos de monitoreo de contrato. Algunos de ellos, como la asesoría externa a la inspección fiscal o el sistema CAU, son de exclusiva responsabilidad y costo del concesionario, sin embargo, el propio equipo del IF, representan un mayor costo para el Estado. Finalmente, un problema inevitable de este ejercicio es que los hospitales concesionados se encuentran en una etapa del ciclo de vida muy temprana y será necesario contar hospitales más maduros para que su evaluación sea más justa.

## **Resultados**

A continuación, los resultados del ejercicio descrito:

**Tabla 12: Subcontratos e Insumos de Mantenimiento (% Gastos Operacionales)**

| Hospital                             | 2014 | 2015 |
|--------------------------------------|------|------|
| Hospital Dr. Juan Noé de Arica       | 3.3% | 4.3% |
| Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames | 1.5% | 1.5% |
| Hospital Base de Osorno              | 0.8% | 1.2% |
| Hospital Dr. Lautaro Navarro Avaria  | 5.1% | 1.3% |
| Hospital Dr. Luis Tisné B.           | 2.9% | 4.5% |
| Hospital El Pino                     | 0.1% | 0.5% |
| Hospital Padre Alberto Hurtado       | 0.9% | 0.7% |
| Hospital Maipú                       | 3.5% | 3.6% |
| Hospital La Florida                  | 3.3% | 3.3% |
| Promedio Hospitales Públicos         | 2.1% | 2.0% |
| Promedio Hospitales Concesionados    | 3.4% | 3.5% |

*Fuente: Ejecuciones Presupuestarias y datos proporcionados por concesión*

Como es posible apreciar en la Tabla 12, un hospital concesionado en promedio tiene un gasto mayor en acciones de mantenimiento que uno público, y esta diferencia es un 1,4% del gasto operacional. Al margen del volumen de los presupuestos, que lógicamente pueden variar entre hospitales tradicionales y concesionados, estos últimos más que duplican el esfuerzo relativo en mantenimiento al compararlos con cuatro de los hospitales públicos seleccionados. Para poner esta cifra en perspectiva, considerar que, en la muestra de hospitales públicos seleccionados, 1,4% del gasto operacional de los hospitales en 2015 son más de 600 millones de pesos, cifra que bordea el millón de dólares a tipo de cambio del año.

## 8 Conclusiones y Recomendaciones de Política

La eficiencia en la provisión de infraestructura hospitalaria es parte medular de cualquier política pública coherente en salud. Teóricamente, los beneficios de la alternativa concesionada de provisión residen en su capacidad de asignar los riesgos a quienes mejor puedan administrarlos, a través de un contrato que establezca los incentivos correctos. No obstante, la literatura no es concluyente respecto a que tales beneficios esperados compensen

los mayores costos de financiamiento y de transacción que implica tal esquema.

Los beneficios de emplear el modelo de concesión son dos: la realización de un proyecto bien definido, con un control de gastos y plazos de construcción superior; y una mayor eficiencia técnica operacional, que muchas veces está relacionada con mayor calidad de servicio (como el caso aquí expuesto de una mayor continuidad operativa producto del mantenimiento preventivo). Tales beneficios tienen normalmente como contraparte mayores costos de: determinación, asociado al diseño de un contrato específico que evite innovaciones indeseadas y permita flexibilidad relativo a la gestión clínica; transacción, a través del monitoreo y verificación continua de lo estipulado en el contrato; y financiamiento, debido a la transferencia de riesgo y a la comparación con el costo de capital con garantía soberana.

Esta tesis aporta evidencia sobre la existencia de una mayor eficiencia técnica y una mayor calidad de servicio en el caso de los primeros dos hospitales concesionados en operación para Chile. En particular, se comprueba que tienen un mayor gasto en mantención como porcentaje de sus operaciones al contrastar con hospitales públicos comparables y una continuidad operacional de sus activos superior al estudiar las multas relevantes cursadas a la fecha por MOP y fiscalizaciones a hospitales provistos bajo provisión pública. Tales hallazgos son consistentes con la acotada, pero creciente literatura internacional existente. Adicionalmente, esta tesis expone un modelo matemático y conceptual sencillo que explica tales observaciones concentrándose en el servicio del mantenimiento de los activos hospitalarios, donde la comparación es mucho más viable en términos metodológicos al ser un servicio contratable y relativamente independiente de otros factores, como lo es gestión clínica. Finalmente, esta tesis reúne la literatura tanto internacional como nacional respecto a la idoneidad de las concesiones hospitalarias.

Respecto al caso chileno, la literatura existente sugiere que: los hospitales concesionados son bien evaluados por los usuarios en encuestas; presentan menores plazos y costos de construcción; el mantenimiento es realizado según especificaciones de fabricantes; e incluso que constituyen VFM para el Estado. No obstante, se reconocen una serie de debilidades que deben ser atendidas. En primer lugar, es necesario establecer ex ante mecanismos de evaluación que permitan transitar una curva de aprendizaje ascendente y evaluar de forma integral el VFM de los proyectos. Un ejemplo de lo anterior lo constituye la

suficiencia de las multas establecidas como mecanismo disuasivo. En segundo lugar, existe evidencia anecdótica de que hubo un planteamiento insuficiente en la relación MINSAL con la concesión, lo que se reflejó en mayores gastos ex post para que las instalaciones fueran funcionales y en aprehensiones respecto a la eficacia de plataformas comunicacionales provistas por la concesión para la coordinación operativa con MINSAL.

Finalmente, esta tesis deja abre al debate una serie de espacios de mejora para provisión pública de hospitales, en particular respecto a obtener algunos beneficios descritos propios de las APP a través de cambios normativos. En primer lugar, se hace necesario revisar la forma en que son financiados. Valdría la pena estudiar metodologías que valorizan el proceso completo de atención, como el GRD<sup>28</sup> empleado en las franquicias hospitalarias alemanas.<sup>29</sup> Esto debe ir de la mano con una responsabilidad bien definida de los resultados de los hospitales, de manera que haya incentivos a la eficiencia productiva, aspecto que hoy está diluido<sup>30</sup>. En el caso mantenimiento y reposición, no hay requerimientos específicos asociados al financiamiento regular de los hospitales, lo que hace que su aplicación sea discrecional y finalmente se rescaten con recursos extraordinarios, incurriendo en un mayor costo. En ese sentido, una opción a explorar son contratos largos de mantenimiento. En 2017 inició la implementación de una planificación nacional del mantenimiento de equipos e infraestructura que atiende este problema (Subsecretaría de Redes Asistenciales, 2018), lo que es un paso en la dirección correcta. En segundo lugar, exigir resultados a los hospitales debe ser acompañado con mayor autonomía y flexibilidad. Se debe entender que los hospitales son empresas productoras y como tales, requieren poder administrar sus recursos humanos y contrataciones con mayor libertad. Un ejemplo de esto es que puedan atraer a personal calificado, retenerlo con un sueldo apropiado y contar con ellos en horarios que se necesiten. Finalmente, es posible avanzar en realizar contratos que permitan un mayor control de gastos y presupuestos en provisión pública. Un ejemplo de esto último es a través de contratos de precio fijo.

---

<sup>28</sup>Grupos Relacionados por Diagnóstico, entre los cuales se pueden asignar costos con mayor certeza.

<sup>29</sup>De hecho, en Europa alrededor de un 80% de los hospitales son financiados por esta vía (Centro de Estudios Públicos y Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile, 2017).

<sup>30</sup>En particular diluido a nivel central (MINSAL), sin que este tenga un contrapeso de otro organismo externo que lo audite.

## Anexos

### Anexo 1: Soluciones Analíticas Ecuaciones Valor Auxiliares

$$\begin{aligned}v_P^R(1) &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta [\delta_P v_P^R(0) + (1 - \delta_P) v_P^R(1)] \\v_P^R(1) &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta [\delta_P (u(1 - c_R) + \beta v_P^R(1)) + (1 - \delta_P) v_P^R(1)] \\v_P^R(1) [1 - \beta^2 \delta_P - \beta(1 - \delta_P)] &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta \delta_P u(1 - c_R) \\v_P^R(1) &= \frac{u(\phi + 1 - c_M) + \beta \delta_P u(1 - c_R)}{(1 - \beta)(1 + \beta \delta_P)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_P^{NR}(1) &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta [\delta_P v_P^{NR}(0) + (1 - \delta_P) v_P^{NR}(1)] \\v_P^{NR}(1) &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta [\delta_P (u(1) / (1 - \beta)) + (1 - \delta_P) v_P^{NR}(1)] \\v_P^{NR}(1) [1 - \beta(1 - \delta_P)] &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta \delta_P \frac{u(1)}{1 - \beta} \\v_P^{NR}(1) &= \frac{u(\phi + 1 - c_M) + \beta \delta_P \frac{u(1)}{1 - \beta}}{1 - \beta(1 - \delta_P)}\end{aligned}$$

Las derivaciones para  $v_{NP}^R$  y  $v_{NP}^{NR}$  son idénticas, salvo por  $c_M = 0$  y  $\delta = \delta_{NP}$ .

## Anexo 2a: Elección del Mantenimiento

$$\begin{aligned}
 v_P^R(1) &> v_{NP}^R(1) \\
 \frac{u(\phi + 1 - c_M) + \beta\delta_P u(1 - c_R)}{(1 - \beta)(1 + \beta\delta_P)} &> \frac{u(\phi + 1) + \beta\delta_{NP} u(1 - c_R)}{(1 - \beta)(1 + \beta\delta_{NP})} \\
 \frac{u(\phi + 1 - c_M) + \beta\delta_P u(1 - c_R)}{(1 + \beta\delta_P)} &> \frac{u(\phi + 1) + \beta\delta_{NP} u(1 - c_R)}{(1 + \beta\delta_{NP})} \\
 u(\phi + 1 - c_M) + \beta\delta_P u(1 - c_R) &> u(\phi + 1) \frac{(1 + \beta\delta_P)}{(1 + \beta\delta_{NP})} + \beta\delta_{NP} \frac{(1 + \beta\delta_P)}{(1 + \beta\delta_{NP})} u(1 - c_R) \\
 u(\phi + 1 - c_M) &> u(\phi + 1) \frac{(1 + \beta\delta_P)}{(1 + \beta\delta_{NP})} + u(1 - c_R) \left[ \beta\delta_{NP} \frac{1 + \beta\delta_P}{1 + \beta\delta_{NP}} - \beta\delta_P \right] \\
 u(\phi + 1 - c_M) &> u(\phi + 1) \frac{(1 + \beta\delta_P)}{(1 + \beta\delta_{NP})} + u(1 - c_R) \left[ \frac{\beta(\delta_{NP} - \delta_P) + 1 - 1}{1 + \beta\delta_{NP}} \right] \\
 u(\phi + 1 - c_M) &> u(\phi + 1) \frac{(1 + \beta\delta_P)}{(1 + \beta\delta_{NP})} + u(1 - c_R) \left[ \frac{1 + \beta\delta_{NP}}{1 + \beta\delta_{NP}} - \frac{1 + \beta\delta_P}{1 + \beta\delta_{NP}} \right] \\
 u(\phi + 1 - c_M) &> u(\phi + 1) G_R + u(1 - c_R) [1 - G_R]
 \end{aligned}$$

, donde  $G_R = \frac{1 + \beta\delta_P}{1 + \beta\delta_{NP}} \in (0, 1)$

$$\begin{aligned}
 v_P^{NR}(1) &> v_{NP}^{NR}(1) \\
 \frac{u(\phi + 1 - c_M) + \beta\delta_P \frac{u(1)}{1 - \beta}}{1 - \beta(1 - \delta_P)} &> \frac{u(\phi + 1) + \beta\delta_{NP} \frac{u(1)}{1 - \beta}}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})}
 \end{aligned}$$

Tomar  $\frac{u(1)}{1 - \beta} = v_0$

$$\begin{aligned}
& [u(\phi + 1 - c_M) + \beta\delta_P v_0] [1 - \beta + \beta\delta_{NP}] > [u(\phi + 1) + \beta\delta_{NP} v_0] [1 - \beta + \beta\delta_P] \\
u(\phi + 1 - c_M) [1 - \beta(1 - \delta_{NP})] + [1 - \beta] \beta\delta_P v_0 & > u(\phi + 1) [1 - \beta + \beta\delta_P] + [1 - \beta] \beta\delta_{NP} v_0 \\
u(\phi + 1 - c_M) [1 - \beta(1 - \delta_{NP})] & > u(\phi + 1) [1 - \beta(1 - \delta_P)] + v_0 [(1 - \beta)(\beta\delta_{NP} - \beta\delta_P)]
\end{aligned}$$

Reemplazando  $v_0$ :

$$\begin{aligned}
u(\phi + 1 - c_M) & > u(\phi + 1) \frac{1 - \beta(1 - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} + u(1) \frac{\beta(\delta_{NP} - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} \\
u(\phi + 1 - c_M) & > u(\phi + 1) \frac{1 - \beta(1 - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} + u(1) \frac{1 - \beta + \beta\delta_{NP} - 1 + \beta - \beta\delta_P}{1 - \beta + \beta\delta_{NP}} \\
u(\phi + 1 - c_M) & > u(\phi + 1) \frac{1 - \beta(1 - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} + u(1) \left[ 1 - \frac{1 - \beta(1 - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} \right] \\
u(\phi + 1 - c_M) & > u(\phi + 1) G_{NR} + u(1) [1 - G_{NR}]
\end{aligned}$$

, donde  $G_{NR} = \frac{1 - \beta(1 - \delta_P)}{1 - \beta(1 - \delta_{NP})} \in (0, 1)$

## Anexo 2b: Elección de Reposición

$$\begin{aligned}
& u(1 - c_R) + \beta v_P^R(1) > \frac{u(1)}{1 - \beta} \\
u(1 - c_R) + \beta \frac{u(\phi + 1 - c_M) + \beta\delta_P u(1 - c_R)}{(1 - \beta)(1 + \beta\delta_P)} & > \frac{u(1)}{1 - \beta} \\
u(1 - c_R)(1 - \beta)(1 + \beta\delta_P) + \beta u(\phi + 1 - c_M) + \beta^2 \delta_P u(1 - c_R) & > u(1)(1 + \beta\delta_P) \\
u(1 - c_R) [(1 - \beta)(1 + \beta\delta_P) + \beta^2 \delta_P] + \beta u(\phi + 1 - c_M) & > u(1)(1 + \beta\delta_P) \\
u(1 - c_R) [1 - \beta + \beta\delta_P] + \beta u(\phi + 1 - c_M) & > u(1)(1 + \beta\delta_P) \\
u(1 - c_R) + [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)] \frac{\beta}{1 + \beta\delta_P} & > u(1)
\end{aligned}$$

El caso sin prevención es análogo salvo por  $c_M = 0$  y  $\delta = \delta_{NP}$ .

### Anexo 3: Estática Comparativa Prevención

Tomamos la condición de prevención para el caso con reposición:

$$u(\phi + 1 - c_M^*) = G_R u(\phi + 1) + (1 - G_R) u(1 - c_R)$$

Caso de  $\beta$ :

$$\begin{aligned} u'(\phi + 1 - c_M^*) \left( -\frac{dc_M^*}{d\beta} \right) &= \frac{dG_R}{d\beta} u(\phi + 1) - \frac{dG_R}{d\beta} u(1 - c_R) \\ \frac{dc_M^*}{d\beta} &= \frac{dG_R}{d\beta} [u(1 - c_R) - u(\phi + 1)] \frac{1}{u'} > 0 \end{aligned}$$

, ya que:

$$\frac{dG_R}{d\beta} = \frac{\delta_P (1 + \beta\delta_{NP}) - (1 + \beta\delta_P) \delta_{NP}}{(1 + \beta\delta_{NP})^2} = \frac{\delta_P - \delta_{NP}}{(1 + \beta\delta_{NP})^2} < 0$$

Caso de  $\delta_P$ :

$$\begin{aligned} u'(\phi + 1 - c_M^*) \left( -\frac{dc_M^*}{d\delta_P} \right) &= \frac{dG_R}{d\delta_P} u(\phi + 1) - \frac{dG_R}{d\delta_P} u(1 - c_R) \\ \frac{dc_M^*}{d\delta_P} &= \frac{dG_R}{d\delta_P} [u(1 - c_R) - u(\phi + 1)] \frac{1}{u'} < 0 \end{aligned}$$

, ya que:

$$\frac{dG_R}{d\delta_P} = \frac{\beta (1 + \beta\delta_{NP})}{(1 + \beta\delta_{NP})^2} = \frac{\beta}{(1 + \beta\delta_{NP})} > 0$$

Caso de  $\delta_{NP}$ :

Evidentemente:

$$\frac{dc_M^*}{d\delta_{NP}} > 0$$

, ya que al contrario que el caso de  $\delta_P$ :

$$\frac{dG_R}{d\delta_{NP}} < 0$$

Caso de  $c_R$ :

$$u'(\phi + 1 - c_M^*) \left( -\frac{dc_M^*}{dc_R} \right) = (1 - G_R) u'(1 - c_R) (-1)$$

$$\frac{dc_M^*}{dc_R} = (1 - G_R) \frac{u'(1 - c_R)}{u'(\phi + 1 - c_M^*)} > 0$$

Para el caso sin reposición, notar que:

$$\frac{dG_{NR}}{d\beta} < 0$$

$$\frac{dG_{NR}}{d\delta_P} > 0$$

, y que el planteamiento que define  $c_M^*$  es equivalente, por lo tanto, la estática comparativa es idéntica.

Caso de  $\phi$  :

$$u'(\phi + 1 - c_M^*) \left(1 - \frac{dc_M^*}{d\phi}\right) = G_R u'(\phi + 1)$$

$$\frac{dc_M^*}{d\phi} = u'(\phi + 1 - c_M^*) - G_R u'(\phi + 1)$$

$$\frac{dc_M^*}{d\phi} = [u'(\phi + 1 - c_M^*) - u'(\phi + 1)] G_R + (1 - G_R) u'(\phi + 1 - c_M^*)$$

y dada la concavidad de u:

$$\frac{dc_M^*}{d\phi} > 0$$

## Anexo 4: Estática Comparativa Reposición

Tomamos el caso de reposición con prevención:

$$u(1 - c_R) + [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)] \frac{\beta}{1 + \delta_P \beta} > u(1)$$

Será útil el siguiente cálculo previo. Si  $\tau = \frac{\beta}{1 + \delta_P \beta}$ , entonces:

$$\frac{\partial \tau}{\partial \beta} = \frac{(1 + \delta_P \beta) - \beta \delta_P}{(1 + \delta_P \beta)^2} > 0$$

$$\frac{\partial \tau}{\partial \delta_P} = \frac{-\beta^2}{(1 + \delta_P \beta)^2} < 0$$

Para  $\beta$  :

$$u'(1 - c_R) \left( -\frac{dc_R}{d\beta} \right) - \left[ u'(1 - c_R) \left( -\frac{dc_R}{d\beta} \right) \tau \right] + [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)] \tau' = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{dc_R}{d\beta} [\tau u'(1 - c_R) - u'(1 - c_R)] &= -\tau' [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)] \\ \frac{dc_R}{d\beta} &= -\frac{\tau' [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)]}{\tau u'(1 - c_R) - u'(1 - c_R)} > 0 \end{aligned}$$

Para  $\delta_P$  : La derivada es igual, pero empleando el valor de  $\tau' < 0$  calculado:

$$\frac{dc_R}{d\delta_P} = -\frac{\tau' [u(\phi + 1 - c_M) - u(1 - c_R)]}{\tau u'(1 - c_R) - u'(1 - c_R)} < 0$$

Para  $\delta_P$ : Desarrollo análogo a caso  $\delta_P$ .

Para  $c_M$ :

$$\begin{aligned} u'(1 - c_R) \left( -\frac{dc_R}{dc_M} \right) + \tau \left[ u'(\phi + 1 - c_M) (-1) + u'(1 - c_R) \frac{dc_R}{dc_M} \right] &= 0 \\ \frac{dc_R}{dc_M} [\tau u'(1 - c_R) - u'(1 - c_R)] &= \tau u'(\phi + 1 - c_M) \end{aligned}$$

$$\frac{dc_R}{dc_M} = \frac{\tau u'(\phi + 1 - c_M)}{\tau u'(1 - c_R) - u'(1 - c_R)} < 0$$

Para  $\phi$ :

$$u'(1 - c_R) \left( -\frac{dc_R}{d\phi} \right) + \left[ u'(\phi + 1 - c_M) + u'(1 - c_R) \frac{dc_R}{d\phi} \right] \tau = 0$$

$$\frac{dc_R}{d\phi} = \frac{-\tau u'(\phi + 1 - c_M)}{\tau u'(1 - c_R) - u'(1 - c_R)} > 0$$

## Anexo 5: Riesgo de Instalación en la Reposición

En esta subsección relajamos el supuesto de que la etapa de instalación del activo durante la reposición está desprovista de probabilidad de fallo. Mostramos que los resultados obtenidos no varían sustancialmente, salvo en el caso de reposición donde se obtiene que incluso con reposición gratuita puede no ser óptimo reponer. Este último resultado no es incompatible con las lecciones principales del modelo obtenidas anteriormente.

### Elección Estrategia Mantenimiento

Bajo este nuevo esquema, notar que sólo cambia el caso donde existe reposición, de modo que nos concentramos en ese caso. Tal como en el desarrollo anterior, requerimos comparar  $v_P^R(1)$  con  $v_{NP}^R(1)$ . En el caso de  $v_P^R(1)$ , las funciones valor auxiliares que determinan su solución analítica son:

$$\begin{aligned} v_P^R(1) &= u(\phi + 1 - c_M) + \beta[\delta_P v_P^R(0) + (1 - \delta_P)v_P^R(1)] \\ v_P^R(0) &= u(1 - c_R - c_M) + \beta[\delta_P v_P^R(0) + (1 - \delta_P)v_P^R(1)] \end{aligned}$$

con lo cual el resultado de despejar  $v_P^R(1)$  es:

$$v_P^R(1) = \frac{u(\phi+1-c_M)(1-\beta\delta_P)+u(1-c_R-c_M)\beta\delta_P}{1-\beta}$$

Notar que el caso sin prevención es idéntico salvo por que  $c_M = 0$  y  $\delta = \delta_{NP}$ , por lo tanto la solución para  $v_{NP}^R(1)$ :

$$v_{NP}^R(1) = \frac{u(\phi+1)(1-\beta\delta_{NP})+u(1-c_R)\beta\delta_{NP}}{1-\beta}$$

Estableciendo la desigualdad que determina la política de mantenimiento:

$$\begin{aligned} v_P^R(1) &> v_{NP}^R(1) \\ u(\phi + 1 - c_M) &> u(\phi + 1) \left[ \frac{1 - \beta\delta_{NP}}{1 - \beta\delta_P} \right] + u(1 - c_R - c_M) \left[ -\frac{\beta\delta_P}{1 - \beta\delta_P} \right] + u(1 - c_R) \left[ \frac{\beta\delta_{NP}}{1 - \beta\delta_P} \right] \end{aligned}$$

Con algo de algebra básica, es posible demostrar que  $\left[ \frac{1-\beta\delta_{NP}}{1-\beta\delta_P} \right] + \left[ \frac{-\beta\delta_P}{1-\beta\delta_P} \right] + \left[ \frac{\beta\delta_{NP}}{1-\beta\delta_P} \right] = 1$  y que  $u(\phi + 1) > u(\phi + 1 - c_M) > u(1 - c_R) > u(1 - c_R - c_M)$ . De lo anterior se desprende que la desigualdad anterior establece que será preferible mantenimiento preventivo toda vez que  $u(\phi + 1 - c_M)$  sea mayor a una combinación convexa de términos mayores y menores a  $u(\phi + 1 - c_M)$ . Tal como en el caso anterior, el cumplimiento de la desigualdad queda sujeta al valor de los parámetros. En particular, notar que bajo  $c_M = 0$  existe mantenimiento preventivo, mientras que si  $c_M$  es lo suficientemente grande, ocurre lo contrario. Evidentemente, es posible establecer un resultado similar al de la Proposición 3. La estática comparativa y la interpretación de la provisión pública en este caso no son distintas al caso donde la reposición es determinística.

### Elección Estrategia Reposición

Tomemos primero el caso con prevención. Buscamos comparar  $v_P^R(1)$  con  $v_P^{NR}(1)$ . Evidentemente  $v_P^{NR}(1)$  no cambia en este nuevo escenario, mientras que  $v_P^R(1)$  ya lo despejamos más atrás. Estableciendo la desigualdad usual:

$$v_P^R(1) > v_P^{NR}(1)$$

$$u(\phi + 1 - c_M)\beta(1 - \delta_P) > u(1) - u(1 - c_R - c_M)$$

A diferencia del caso donde no existe fallo en la reposición no es posible establecer un resultado similar al de la Proposición 6. Tomar  $c_R = 0$ . En tal caso, notar que existen combinaciones de parámetros que hacen preferible no reponer, en particular tomando un  $c_M$  lo suficientemente grande. En el caso sin mantenimiento preventivo, notar que si es posible establecer el resultado de la Proposición 6. De cualquier forma, la estática comparativa y la interpretación de la provisión pública en este caso tampoco cambian.

## Anexo 6: Patio Rayos Hospital El Salvador

El patio que se muestra en las siguientes fotografías corresponde a un área verde descuidada frente al servicio de imagenología del hospital El Salvador en 2016, donde se atienden a unas 67.000 personas anualmente en promedio.

Figure 3: Sitio Eriazo Hospital El Salvador



Figure 4: Sitio Eriazo Hospital El Salvador



## References

- [1] Alonso, P., Pinto, D., Astorga, I., & Freddi, J. (2015) *Menos cuentos, más evidencia. Asociaciones Público-privadas en la literatura científica*. Banco Interamericano de Desarrollo
- [2] Asociación de concesionarios de obras de infraestructura pública. (2016) *Hospitales: Informe técnico de concesiones*.
- [3] Barlow, J., Roehrich, J., & Wright, S. (2013) *The private finance initiative, project form and design innovation The UK's hospitals program*.
- [4] Barlow, J., & Koberle-Gaiser, M. (2008) *Europe sees mixed results from public-private partnerships for building and managing health care facilities* Health Affairs.
- [5] Cámara Chilena de la Construcción. (2014a) *Análisis comparativo implementación de hospitales por contrato sectorial versus sistema de concesiones de obras públicas*.
- [6] Centro de Estudios Públicos y Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile. (2017) *Propuesta de Modernización y fortalecimiento de los prestadores estatales de servicios de salud*.
- [7] Departamento de Energía de los E.E.U.U. (2010) *Operations & Maintenance Best Practices*.
- [8] Departamento de Estadísticas e información de salud. (s.f.) *Reconstrucción Red Hospitalaria*. Ministerio de Salud.
- [9] Edet, C., & Gidado, K. (2008) *PFI hospitals in the UK: Measuring the medical practitioners level of satisfaction*.
- [10] Egaña, R. (2014) *Sistema de Alta dirección Pública: Una mirada sobre el Sector Salud*. III Congreso Chileno de Salud Pública y V Congreso Chileno de Epidemiología.
- [11] Engel, E., Fischer, R., & Galetovic, A. (2014) *Economía de las Asociaciones Público-Privadas: Una guía básica*. Fondo de Cultura Económica.

- [12] Engel, E., Fischer, R., & Galotovic, A. (2010) *The economics of infrastructure finance: Public-private partnerships versus public provision*.
- [13] European Union. (2013) *Health and Economics Analysis for an Evaluation of the Public Private Partnerships in Health Care Delivery across EU*.
- [14] Froud, J., & Shaoul, J. (2001) *Appraising and Evaluating PFI for NHS hospitals*. Financial accountability & Management.
- [15] Goyenechea H., M. (2015) *Dificultades de la inversión en Infraestructura pública de salud en Chile: concesiones y licitación pública* Revista Biomédica.
- [16] Hassanain, M. (2013) *Factors affecting maintenance cost of hospital facilities in Saudi Arabia*. Property Management.
- [17] Higgins, L., Mobley, R. (2002) *Maintenance Engineering Handbook* McGraw-Hill. Sexta Edición
- [18] Hellowell, M. (2016) *The price of certainty: Benefits and costs of public-private partnerships for healthcare infrastructure and related services*. Health Service Management Research.
- [19] Hsiao, C.-T., Pai, J.-Y., & Chiu, H. (2009) *The study on the outsourcing of Taiwan's hospitals: a questionnaire survey research*. BMC Health Services Research.
- [20] La Forgia, G., & Harding, A. (2009) *Public-Private Partnerships And Public Hospital Performance In São Paulo, Brazil*. Health Affairs.
- [21] Liebe, M., & Pollock, A. (2009) *The experience of the private finance initiative in the UK's National Health Service*.
- [22] Lira, L. (2013) *Impacto del sistema de alta dirección pública (SADP) en la gestión hospitalaria*. Centro de Estudios Públicos.
- [23] McKee, M., Edwards, N., & Atun, R. (2005) *Public-private partnerships for hospitals*.

- [24] Ministerio de Salud (2017) *Plan de Inversiones*. Disponible en: <http://plandeinversionesensalud.minsal.cl/>
- [25] Morales , R., & Puebla, E. (2016) *Análisis de la implementación de una política pública en el ámbito de la gestión de operaciones en hospitales concesionados: Estudio de caso "Hospital La Florida Dra.Eloísa Díaz Insunza"*. Santiago: Tesis Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- [26] National Audit Office. (2003) *PFI: Construction Performance*.
- [27] National Audit Office. (2010) *The performance and management of hospitals PFI contracts*.
- [28] National Audit Office. (2018) *PFI and PFI2*
- [29] OCDE (2017) *Health Statistics*
- [30] OCDE. (s.f.) *Estadísticas de las OCDE sobre la salud 2014: Chile en comparación*. Disponible en: <http://www.oecd.org/els/health-systems/Briefing-Note-CHILE-2014-in-Spanish.pdf>
- [31] Oliveira, C., & Cunha, R. (2013) *Integrating Infrastructure and clinical Management in PPPs for Health Care*. Journal of Management in Engineering.
- [32] Rechel, B., Erskine, J., Dowdeswell, B., Wright, S., & McKee, M. (2009) *Capital Investment for Health*. World Health Organization.
- [33] Rioja, F. (2003) *Filling potholes: macroeconomic effects of maintenance versus new investments in public infrastructure*. Journal of Public Economics.
- [34] Roerich, J., Lewis, M., & George, G. (2014) *Are public private partnerships a healthy options? A systematic literature review*. Social Science and Medicine.
- [35] Saint-Pierre, E., San Martín, H., & Solar, O. (2017) *Evaluación de Esquema de Costos y Sistema de Financiamiento de Concesiones Hospitalarias Informe Final de Consultoría*.

- [36] Shaoul, J., Stafford, A., & Stapleton, P. (2008) *The cost of using private finance to build, finance and operate hospitals*. Public money & Management.
- [37] Subsecretaría de Redes Asistenciales. (2018) *Informe de Gestión 2014-2018*. División de Inversiones
- [38] Superintendencia de Salud. (2015) *Informe de Fiscalización Extraordinaria Número 15 Ley Número 20.584*.
- [39] Tapia, R. (2010) *Concesiones en Salud, un Modelo Válido para la Reconstrucción y Transformación de la Red Hospitalaria en Chile*. Revista Chilena de Pediatría.
- [40] Torchia, M. T., Calabro, A., & Morner, M. (2015) *Public-Private Partnerships in the Health Care Sector: A systematic review of the literature*. Public Management Review.
- [41] Vergara, M. (2014) *Propuesta de reformas a los prestadores de servicios médicos en Chile*. Espacio Público.
- [42] World Bank. (2017) *World Development Indicators*.
- [43] World Economic Forum. (s.f.) *The Global Competitiveness Report 2016-2017*.