

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN – CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO
BASADA EN AHP - CASO DE ESTUDIO DE
SERVICIO DE SALUD MAULE (SSM)**

por
Paulina de los Angeles Muñoz Tiznado

Profesor Guía:
Dr. Eduardo Javier Salazar Hornig

Concepción, Junio de 2016

Tesis presentada a la
**DIRECCIÓN DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**



Para optar al grado de
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



“No sigas tus sueños; persíguelos”

Richard Dumb

RESUMEN

ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO BASADA EN AHP - CASO DE ESTUDIO DE SERVICIO DE SALUD MAULE (SSM)

Paulina de los Angeles Muñoz Tizado
Junio de 2016

PROFESOR GUIA: Dr. Eduardo Javier Salazar Hornig
PROGRAMA: Magíster en Ingeniería Industrial

En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología de adquisición de equipos médicos basada en AHP (Proceso Analítico Jerárquico), donde en conjunto con el indicador financiero VAC (Valor Actual de Costos) es posible llegar a un resultado que busca la elección de un Equipo de Rx Digital Pórtatil acorde a las necesidades en conjunto con la optimización de los recursos. Esta metodología toma datos de una adquisición real del Servicio de Salud Maule (SSM), en la cual por medio de otra metodología se llega al ranking de equipos. Se catastran ambos resultados, se comparan y se concluye que la herramienta AHP sirve como apoyo para poder llegar a hacer una elección acorde a las necesidades específicas en las cuales se quiere adquirir el equipo médico, ya que es menos generalizada y el modelo se construye para cada caso y situación en particular, evidenciándose los beneficios cuando el equipo es puesto en marcha.

Palabras Claves: *Equipamiento médico, decisión multicriterio, AHP.*

ABSTRACT

PURCHASE OF MEDICAL EQUIPMENT BASED ON AHP - CASE STUDY SERVICIO DE SALUD MAULE (SSM)

Paulina de los Angeles Muñoz Tiznado
June 2016

THESIS SUPERVISOR: Dr. Eduardo Javier Salazar Hornig
PROGRAM: Master in Industrial Engineering

This paper present the application of a methodology for purchase medical equipment, wich is based on AHP (Analytic Hierarchy Process), overall with the financial indicator Present Value of Costs is possible to get an outcome that seeks choosing a Digital Portable Rx Equipment according to the needs together with the optimization of resources. This methodology takes data from a real acquisition of Servicio de Salud Maule (SSM), which through another methodology you reach the ranking of equipment. Both results are compared and one concludes that the AHP tool is a support to make a choice according to the specific needs in which you want to purchase the medical equipment, because it is less widespread and the model is built for each case and particular situation, demonstrating the benefits when the equipment is used.

Keywords: *Medical equipment, mulcriteria decision process, AHP.*

INDICE

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABLAS	VII
ABREVIACIONES.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS	2
1.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	2
2. EL PROBLEMA DE ADQUISICIÓN DE E.M.....	4
3. MARCO TEÓRICO PARA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA.	7
3.1. EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)	7
3.1.1 Descripción del método AHP.....	8
3.1.2 Ilustración de AHP: Diseño de una autopista	15
3.2. METODOLOGÍA DE ADUISICIÓN DE E.M. BASADA EN AHP.....	19
3.3. ADQUISICIONES EN EL SERVICIO DE SALUD MAULE	23
3.3.1 Procesos de Inversión Pública en Salud	24
3.3.2 Procesos de adquisición y control de gestión.....	25
3.3.2.1 Proceso de Evaluación de Equipos Médicos.....	27
4. APLICACION DE METODOLOGIA - CASO SSM	31
5. EVALUACIÓN SEGÚN METODOLOGIA DE SSM.....	37
5.1. PROCESO DE EVALUACION DE EQUIPO DE RX PORTATIL DIGITAL	37
6. ANALISIS DE RESULTADOS	41
6.1. ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	41
6.1.1 Adquisición urgente.....	42
6.1.2 Adquisición de equipo con mayor tiempo de garantía.....	42
6.1.3 Adquisición de equipo por la marca	43
6.2. MEJORAS A METODOLOGÍA DEL SSM	44
7. CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXO A. MATRICES DE COMPARACION DE EXPERTCHOICE	50
ANEXO B. FLUJOS DE CAJA DE EQUIPOS EN EVALUACIÓN	59
ANEXO C. EVALUACION CON METODOLOGIA SSM.....	61

LISTA DE FIGURAS

Fig.1.1	Metodología de trabajo.....	3
Fig.3.1	Jerarquía para elegir un automóvil (Saaty, 2014).....	9
Fig.3.2	Estructura jerárquica en problema de diseño de autopista	16
Fig.3.3	Metodología de adquisición de E.M.....	19
Fig.3.4	Modelo AHP para ranking de proveedores	21
Fig.3.5	Metodología de adquisición de E.M por inversión pública.....	24
Fig.3.6	Procesos de compra	26
Fig.3.7	Encuesta de satisfacción usuario interno.....	28
Fig.4.1	Modelo AHP para equipo de Rx	32
Fig.4.2	Ranking de equipos según evaluación realizada por comisión	34
Fig.6.1	Análisis de sensibilidad al aumentar a un 30% el criterio plazo de entrega.....	42
Fig.6.2	Análisis de sensibilidad al aumentar en un 20% el criterio tiempo de garantía	43
Fig.6.3	Análisis de sensibilidad al aumentar en un 25% el criterio marca	44



LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1	Matriz de comparación para compra de nuevo auto (Saaty, 2014)	10
Tabla 3.2	Prioridades relativas para compra de nuevo auto compra de nuevo auto	10
Tabla 3.3	Escala de Saaty	11
Tabla 3.4	Índice de consistencia aleatorio (IA)	14
Tabla 3.5	Matriz de preferencias sobre alternativas para criterio costo	17
Tabla 3.6	Matriz de preferencias sobre alternativas para criterio impacto ambiental	17
Tabla 3.7	Matriz de preferencias sobre alternativas para criterio tiempo de ejecución.....	18
Tabla 3.8	Resumen sobre las ponderaciones de criterios y alternativas	18
Tabla 3.9	Ponderaciones globales para cada una de las alternativas	18
Tabla 3.10	Ponderaciones de criterios en evaluación LP	29
Tabla 3.11	Ponderaciones de criterios en evaluación L1 y LE.....	30
Tabla 4.1	Proveedores participantes en licitación de Rx Digital	31
Tabla 4.2	Ponderación de cada criterio al objetivo.....	32
Tabla 4.3	Matriz de comparación para subcriterio: Reputación de la marca	33
Tabla 4.4	Ranking de equipos según evaluación realizada por comisión.....	33
Tabla 4.5	Resumen VAC Equipos Rx Digital	35
Tabla 5.1	Criterios y ponderaciones a utilizar en evaluación de Equipo de Rx	37
Tabla 5.2	Evaluación de Rx Portátil Digital con metodología del SSM	38
Tabla 5.3	Evaluación de criterios “marca” y “servicio técnico”	38
Tabla 5.4	Evaluación de criterios “servicio post venta”	39
Tabla 5.5	Evaluación de criterios “satisfacción usuaria”	39
Tabla 5.6	Evaluación total del equipo	40
Tabla 6.1	Ranking resultados con ambas metodologías	41

ABREVIACIONES

AHP	: Proceso analítico Jerárquico.
SSM	: Servicio de Salud Maule.
E.M	: Equipamiento médico.
EETT	: Especificaciones Técnicas.
NICE	: Instituto Nacional para la Salud y la Excelencia Clínica.
ICER	: Costo-efectividad incremental.
MCDA	: Métodos de análisis de decisión multicriterio.
RRHH	: Recursos Humanos.
VAC	: Valor actual de costos.



Capítulo 1. Introducción

El área de la salud hoy confía, depende y se desarrolla cada vez más gracias a la tecnología. Un ejemplo de ello son los equipos médicos, los que van de la mano con el desarrollo tecnológico, transformándose en una herramienta vital en la medicina, ya sea para tratamientos médicos, toma de exámenes, en rehabilitación y diseño de prótesis, adquisición de señales médicas, entre otros.

Los Hospitales y centros de salud en general se encuentran altamente equipados. Es imposible pensar en un centro hospitalario sin equipamiento médico (E.M.) de última tecnología, desde implementación básica como lo son las camas, hasta un moderno equipo de radioterapia que pudiera tener un hospital o clínica. El E.M. es indispensable y presenta un valor agregado al hacer más eficiente y eficaz la prestación del servicio a los pacientes.

Por la complejidad de los equipos, su importancia y los costos de éstos en salud es necesario disponer de procesos para la gestión del equipamiento que permitan atender las necesidades, optimizando los recursos.

Además, la rentabilidad juega un papel importante al adquirir un bien, sobre todo cuando el equipamiento médico es de un alto costo, ya que se debe amortizar la inversión en un cierto horizonte de tiempo, lo que es válido tanto para el ámbito público como privado.

En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología de adquisición de E.M. (Muñoz, 2014), la cual está basada en el método de análisis de decisión multicriterio AHP, en búsqueda bibliográfica y en metodologías de adquisición de E.M. utilizadas en Chile. La metodología se aplica a un proceso de compra real de equipos del Servicio de Salud Maule (SSM) y los resultados se comparan con los obtenidos por el proceso de adquisición de esta institución.

1.1 Hipótesis de Trabajo y Objetivos

Hipótesis

La aplicación del método AHP puede ampliar efectivamente el proceso de decisión de adquisición de equipamiento médico en un servicio de salud.

Objetivos

Aplicar una metodología de adquisición de equipos médicos a casos reales y comparar resultados con los obtenidos con la metodología existente en el SSM.

Objetivos Específicos

Como objetivos específicos se tienen los siguientes:

- Identificar dentro de los procesos adquisitivos el equipo al que se le aplicará la metodología.
- Aplicar propuesta metodológica de adquisición de equipos médicos en la compra de un equipo de última generación.
- Catastrar la metodología utilizada en el proceso adquisitivo del mismo equipo médico de última generación.
- Comparar resultados de ambas metodologías.

1.2 Metodología de Trabajo

Se compara la decisión de adquisición de un equipamiento médico realizada mediante la metodología de adquisiciones del SSM, con la aplicación de una metodología de adquisición de equipamiento médico con énfasis en tecnologías de última generación (Muñoz, 2014) y se presentan mejoras al proceso del SSM (ver Fig. 1.1).



Fig.1.1 Metodología de trabajo
Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 2. **El problema de adquisición de E.M.**

Gran parte de los gastos en salud se producen por la compra de equipos médicos. Los avances tecnológicos van de la mano con altos costos y no siempre tienen evaluación rigurosa (Pastores et al., 2000). Muchas veces en la elección prima el precio por sobre las prioridades clínicas y funcionalidad de los equipos.

No existe una metodología que aborde de forma integral el problema de adquisición de equipos médicos de alta tecnología, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y sociales. Cada institución de salud en Chile tiene su metodología propia. La selección de equipos médicos en las instituciones nacionales es llevada a cabo por un grupo acotado de personas. Existe alta subjetividad en el proceso, teniendo pocos indicadores que apoyen la decisión.

Los equipos médicos cuentan con múltiples características, algunas con más importancia que otras dependiendo del equipo y del uso que se le dará. En las evaluaciones muchas veces prima el criterio de costo, dejando de lado las características y el uso que se le quiere dar.

Si bien las tecnologías representan una gran parte de los gastos en salud, una evaluación en la compra de éstas lleva a la optimización de costos, aumentando la rentabilidad, sin dejar de lado la calidad de atención al paciente.

Por ser un proceso donde interfieren varios criterios se transforma en un problema complejo de representar y resolver.

Las decisiones médicas a menudo obtienen resultados subóptimos, por eso es importante el apoyo en la toma de decisiones, lo que incluye desde guías en papel a tecnologías de apoyo a las decisiones (Patel et al., 2002).

A pesar de que la decisión médica ha sido un área activa de investigación durante muchos años, el progreso ha sido poco satisfactorio en la comprensión del proceso de decisión y la concepción de los métodos para la mejora de éste (Patel et al., 2002).

Al tener más de una alternativa de equipo médico, ya sea de características iguales o diferentes, es necesario saber cuál es el impacto financiero que éstos tendrán (Kumar, 2013).

Esto se logra mediante una evaluación costo-beneficio, siendo ésta la más apropiada para comprar tecnologías (López et al., 2009).

En países europeos las políticas nacionales de adquisición son un importante componente de apoyo a la adquisición eficiente, oportuna y el acceso a nuevos dispositivos médicos (Sorenson y Kanavos, 2011).

El Instituto Nacional para la Salud y la Excelencia Clínica (NICE) de Reino Unido, hace recomendaciones acerca de la adquisición de tecnologías. Sus evaluaciones de tecnología sanitaria se basan en la relación costo-efectividad incremental (ICER) en los beneficiarios del tratamiento (Thokala et al, 2012); sin embargo, puede que esta evaluación no capte aspectos importantes. Los métodos de análisis de decisión multicriterio (MCDA) pueden apoyar a los tomadores de decisiones que se enfrentan con la evaluación de alternativas. Tomando en cuenta múltiples criterios de forma explícita (Belton y Stewart, 2002), estos dan un enfoque estructurado y transparente para identificar una alternativa preferida.

En cuanto a la bibliografía disponible se puede encontrar procesos de toma de decisiones de compra de equipos médicos sin un estudio acabado, donde no existe un equipo multidisciplinario que pueda aportar con diferentes puntos de vista o conocimientos (Hummel et al. (2000), Sloane et al. (2003), Pecchia et al. (2013)).

Existen diferentes métodos de análisis de decisiones multicriterio. Thokala et al. (2012) muestra diferentes métodos de análisis de decisiones multicriterio para la evaluación de tecnologías en salud, siendo el método AHP el más usado.

En definitiva, el proceso de adquisición de equipos médicos trata de una selección de proveedor a partir de especificaciones o requerimientos. Muralidharan et al. (2002) propone un modelo basado en AHP para ayudar a los tomadores de decisión en la calificación y selección de proveedores. Los tomadores de decisión son personas que tienen diferentes funciones en la empresa, tales como la compra, almacenamiento y control de calidad.

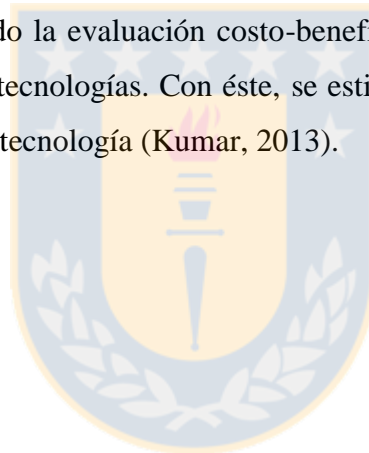
Cho et al. (2003) aplicaron el AHP para la selección de los dispositivos médicos y materiales subvencionados por el Estado en Corea del Sur. Los criterios que utilizaron fueron comerciabilidad, aplicación de la tecnología, y los beneficios públicos, con subcriterios bajo las dos primeras categorías. Finalmente de 88 alternativas se financiaron las primeras 15. Un

equipo de ocho miembros del personal médico y cuatro ingenieros médicos realizaron la evaluación.

Rossetti et al. (2001) utilizaron AHP para ayudar a decidir si una flota de robots móviles podía reemplazar a un sistema de administración humana tradicional en laboratorios clínicos y farmacias de los hospitales. Su modelo AHP incorpora factores de desempeño económico y técnico, así como los criterios sociales, humanos y ambientales.

Hede et al. (2013) dice que el método de multicriterio AHP sirve para considerar varios criterios de forma simultánea, tales como criterio económico, ambiental y sostenibilidad social que muchas veces no es considerado en el desarrollo y comercialización de dispositivos médicos.

En López et al. (2009) se muestran los diferentes tipos de evaluación económica en tecnologías sanitarias, siendo la evaluación costo-beneficio la más apropiada al momento de elegir entre alternativas de tecnologías. Con éste, se estima el impacto financiero neto de una intervención con una u otra tecnología (Kumar, 2013).



Capítulo 3. Marco teórico para aplicación de metodología

Se reconoce que la adquisición de un E.M. obedece a un proceso de decisión multicriterio. En la sección 3.3 se presenta la metodología de adquisición de E.M. como una herramienta para facilitar la toma de decisiones de instituciones prestadoras de salud, ya sea en el ámbito público o privado.

El proceso que permite presentar la metodología de adquisición de E.M. se inició con la revisión de las actuales metodologías de adquisición de E.M. utilizadas en el ámbito nacional, donde se revisó manuales y se realizó entrevistas al personal del Servicio de Salud Concepción, Hospital Militar, Hospital Dr. Luis Calvo Mackenna, Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente, Clínica Sanatorio Alemán, Hospital Carlos Van Buren, Clínica Hospital del Profesor y Servicio de Salud Aysén. Así se pudo ver las similitudes y diferencias, además de constatar las principales falencias en ellas. Además, al mismo tiempo se consultaron artículos científicos del área donde estuviera presente alguna metodología de adquisición o evaluación de E.M. Cabe destacar que todas las instituciones del sistema público siguen la misma línea de adquisición de E.M., acogiéndose a la Ley N°19886.

Si bien existen diferentes métodos de análisis multicriterio, la técnica de AHP ha sido utilizada como herramienta de apoyo en la toma de decisiones cuando se debe seleccionar una tecnología determinada, y es el más usado en el área de la salud. Se debe tener en consideración la participación de diferentes tomadores de decisión para poder evaluar todos los criterios de mejor forma.

En la sección 3.1 se describe la técnica AHP, se ilustra mediante ejemplos y se describen los pasos de la metodología basada en AHP que se aplica a un caso de adquisición de un equipo de Rx Portátil Digital tomando las ofertas de una licitación realizada en el SSM. Además, se explican los diferentes tipos de adquisición utilizados dependiendo del valor del equipo en el SSM.

3.1. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

La técnica base de la metodología propuesta es AHP (proceso analítico jerárquico), la cual permite evaluar un número finito de alternativas de manera jerárquica bajo criterios cualitativos y cuantitativos, siendo en la actualidad uno de los pilares para la toma de

decisiones multicriterio (Saaty, 2008). En esta técnica se desglosa la información de manera escalonada para un problema en particular: el nivel más alto es la meta, los niveles siguientes son los objetivos generales y criterios que afectan al problema, y en el nivel más bajo se sitúan las alternativas por evaluar; tal como es la problemática de elegir un determinado E.M, donde se tienen varias opciones (correspondientes al nivel de alternativas) a elegir y se necesitan evaluar bajo diferentes criterios cualitativos y cuantitativos, para así llegar a la que más cumpla con el objetivo.

Los evaluadores descomponen el problema a evaluar en subproblemas, por jerarquías, quedando así más fácil de comprender, y se pueden evaluar de forma independiente, para luego ser evaluados por comparaciones entre pares. Los decisores pueden usar datos concretos sobre los elementos, o pueden usar sus juicios sobre la importancia y el significado relativo de los elementos. Es esencial para el AHP que los juicios humanos sean usados a la hora de evaluar y no sólo la información subyacente. Así, criterios muchas veces difíciles de medir pueden ser comparados unos con otros de forma racional y consistente, obteniendo valores que representan la habilidad relativa de la alternativa para lograr el objetivo, permitiendo tomar decisiones a partir de esto. Así, la naturaleza consensual de decisiones tomadas en grupo hace los juicios más congruentes y presenta el AHP como una herramienta confiable para la toma de decisiones.

3.1.1 Descripción del método AHP

En la Fig.3.1 se aprecia la jerarquía de 3 niveles para elegir un automóvil. El problema es elegir un automóvil (ya sea usado o nuevo). En el segundo nivel se ordenan según prioridades los diversos factores que influyen en el tomador de la decisión. Luego se comparan las alternativas específicas con respecto a cada factor del nivel 2. La prioridad general de cada alternativa indica su orden y grado de preferencia en lo que respecta al comprador.

Básicamente AHP es un método que consiste en descomponer una situación no estructurada y compleja en sus partes; ordenar estas partes o variables en un orden jerárquico, asignar valores numéricos o juicios o pensamientos sobre la importancia relativa de cada variable y sintetizar los juicios para determinar qué variables tienen mayor prioridad y cómo debe actuarse sobre ellas para influir sobre el resultado de la situación (Saaty, 2014).

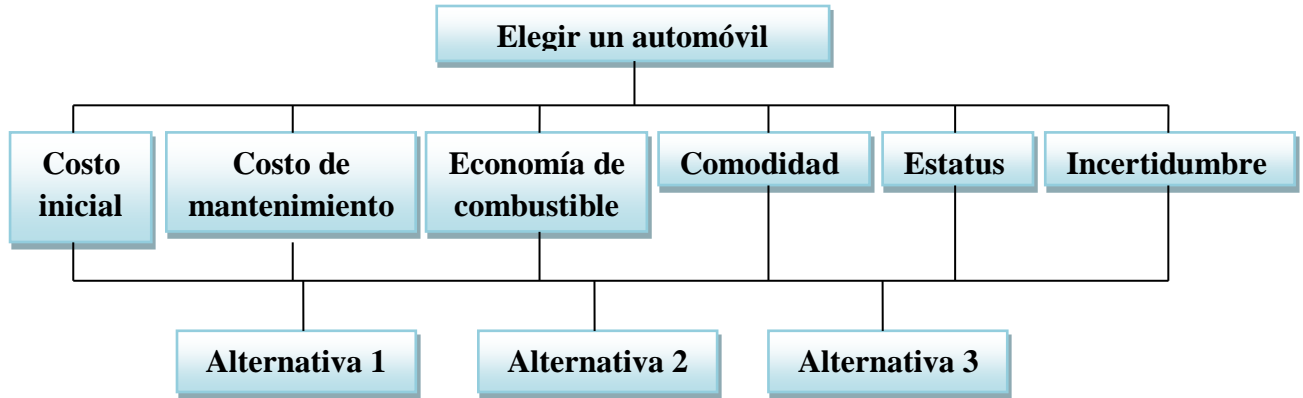


Fig.3.1 Jerarquía para elegir un automóvil
Fuente: Saaty, T. (2014)

A través de la escala propuesta por Saaty (Tabla 3.3) el decisor puede articular sus preferencias y comentarios respecto a dos elementos de forma verbal y representarlos numéricamente a través de una escala numérica del 1 al 9. La “escala numérica” corresponde al valor numérico que se debe asignar en la comparación de alternativas o criterios que se realiza entre pares, la “escala verbal” corresponde a la descripción cualitativa de la comparación y la “explicación” corresponde a la explicación detallada de la escala verbal. Los valores intermedios no son presentados en la escala de Saaty; sin embargo, se pueden utilizar indicando una valoración intermedia dentro de la escala.

El procedimiento AHP involucra la comparación binaria dentro de la escala dando como resultado una matriz de comparaciones pareadas, donde se deja ver la preferencia de una alternativa en relación con otra en función de una meta en general. En otras palabras, la escala permite evaluar la proporción que contribuye cada alternativa al nivel inmediatamente superior del cual se desglosa en la jerarquía. Seguidamente se procede al cálculo del vector de prioridad para cada criterio, de manera que se puedan comparar las alternativas entre sí. Finalmente, se obtiene el vector de prioridad de las alternativas, el cual permite establecer la mejor solución al problema de preferencias sobre cada alternativa (Willmer, 2015).

En la Tabla 3.1 se observa la matriz de comparaciones para priorizar cuál auto se debe comprar entre un Chevrolet (C), un Thunderbird (T) y un Lincoln (L) tomando como base el criterio “comodidad”. Los decisores llenan la diagonal con un “1” cuando las alternativas se comparan consigo mismas, y solo es necesario completar los tres juicios por encima de la diagonal ya que las valoraciones de los que están por debajo de la diagonal corresponden a sus

inversos. Así, según la experiencia y preferencias personales de los decisores en este caso la comodidad de Chevrolet es la mitad que la de Thunderbird y la cuarta parte de un Lincoln, es decir se prefiere a un Chevrolet la mitad de lo que se prefiere a un Thunderbird y un cuarto de lo que se prefiere a Lincoln.

Tabla 3.1 Matriz de comparación criterio “comodidad” para compra de auto (Saaty, 2014)

COMODIDAD	C	T	L
Chevrolet	1	1/2	1/4
Thunderbird	2	1	1/2
Lincoln	4	2	1

Fuente: Saaty, T. (2014)

Luego de tener la matriz de comparaciones con los juicios de los decisores es necesario sintetizarlos, para hacer la estimación de las prioridades relativas respecto a la comodidad. Para obtener las prioridades primero se suman los valores por columnas, luego cada valor de esa columna se divide por su suma (para obtener la matriz normalizada que permite realizar comparaciones significativas entre los elementos). Luego se promedian las filas sumando los valores de cada fila de la matriz normalizada recientemente y se divide por la cantidad de casilleros correspondiente, en este caso 3. Así, los valores de la Tabla 3.2 muestran las preferencias para los tres autos que en este caso son 14, 29 y 57% para el Chevrolet, Thunderbird y el Lincoln respectivamente, lo que quiere decir que en cuanto a comodidad el Thunderbird y el Lincoln son dos y cuatro veces más preferible que el Chevrolet.

Tabla 3.2 Prioridades relativas criterio “comodidad” para compra de nuevo auto

COMODIDAD	Prioridad
Chevrolet	0,14
Thunderbird	0,29
Lincoln	0,57

Fuente: Saaty, T. (2014)

En este caso se puede ver que la matriz por pares es totalmente consistente, ya que de la Tabla 3.1 se observa que la relación de Chevrolet a Thunderbird en la primera fila es $C = \frac{1}{2}T$ y respecto a Lincoln es $C = \frac{1}{4}L$, por lo cual se puede deducir que $\frac{1}{2}T = \frac{1}{4}L$ y que $T = \frac{1}{2}L$ que es precisamente el juicio que se dio en el casillero de la segunda fila, tercera columna. Es decir, si

se prefiere al Chevrolet la mitad de lo que se prefiere al Thunderbird y un cuarto de lo que se prefiere al Lincoln, el Thunderbird deberá preferirse la mitad de lo que se prefiere el Lincoln.

AHP mide con la consistencia de los juicios mediante la proporción de consistencia, el valor de esta proporción debe ser el 10% o menor. Si es más del 10% los juicios pueden ser aleatorios y quizás deban corregirse (Saaty, 2014).

Así, luego de modelar en una jerarquía el complejo problema multicriterio, donde dicha jerarquía debe contener la mayor cantidad de detalles (para estimar mejor los efectos de lo desconocido), el proceso de AHP se puede dividir en los siguientes pasos:

a) Establecimiento de prioridades

En este paso se construye un vector de prioridades o pesos que evalúa la importancia relativa que la unidad decisora otorga a cada criterio. Los teóricos señalan que las relaciones complejas siempre pueden ser analizadas tomando pares de elementos y relacionándolos por sus atributos (Saaty, 2014). Estas relaciones representan el impacto que los elementos de un nivel dado ejercen sobre cada elemento del nivel superior.

Tabla 3.3 Escala de Saaty

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de magnitud de diferencia
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Se usan como compromiso entre dos juicios
Incrementos 0,1	Valores intermedios en incrementos	Utilización para graduación más fina de juicios

Fuente: Saaty, T. (2014)

El problema clave en este punto es responder a cómo se puede asignar un valor numérico a cada criterio del modelo, de modo que represente lo más ajustado posible la preferencia del decisor de un criterio frente a otro. La comparación de criterios se realiza por evaluación de pares de la escala sugerida por Saaty (Tabla 3.3).

En la comparación entre pares el elemento menor tiene el valor recíproco o inverso respecto al mayor, es decir, si x es el número de veces que un elemento domina a otro, entonces este último es x^{-1} veces dominado por el primero, de tal modo que $x^{-1} * x = x * x^{-1} = 1$.

Para determinar los pesos de los criterios el decisor, haciendo uso de la escala fundamental, debe construir una matriz R , de tal modo que el término r_{ij} representa la prioridad relativa entre el criterio C_i y el criterio C_j respecto al objetivo del problema. Este término será mayor, igual o inferior a uno dependiendo de cuál de los dos criterios sea más importante para el logro del objetivo. La matriz obtenida es de la forma:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Para establecer las prioridades se utilizan los conceptos de valor propio y vector propio (vector de pesos). Saaty propone estimar el vector de pesos aplicando el siguiente procedimiento:

1. Obtener la matriz normalizada (R_{Norm}), dividiendo cada elemento de la columna j -ésima por la suma de todos los elementos de dicha columna:

$$R_{Norm} = [r_{ij}^{Norm}] \quad (3.2)$$

$$\text{donde } r_{ij}^{Norm} = \left[\frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \right] \quad (3.3)$$

2. Estimar el vector de pesos (\widehat{w}) calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. El vector de pesos será igual a:

$$\widehat{w} = \left[\widehat{w}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{1j}^{Norm}, \widehat{w}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{2j}^{Norm}, \dots, \widehat{w}_l = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{lj}^{Norm} \right] \quad (3.4)$$

$$\text{donde } \widehat{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{nj}^{Norm} \quad \text{para } i=1, \dots, n \quad (3.5)$$

El vector de pesos estima la importancia relativa que la unidad decisora otorga a cada criterio.

b) Comprobar consistencia de juicios

El decisor cometerá ciertas inconsistencias en sus juicios, los que surgen cuando algunos de los juicios de la matriz de comparación de pares se contradicen con otros, por lo tanto, es conveniente medir el grado de inconsistencia de los juicios emitidos, el que se desea sea lo más bajo posible.

La consistencia es perfecta si todos los juicios se relacionan entre sí de manera perfecta. Si se dice por ejemplo que uno prefiere tres veces más la primavera que el verano y que prefiere dos veces más el verano que el invierno, cuando se emite el juicio para comparar la preferencia de la primavera respecto al invierno, para ser consistente el juicio debe ser seis (Saaty, 2014).

El índice de consistencia (IC) mide la consistencia de la matriz de comparaciones y tiene la siguiente forma:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.6)$$

Donde n corresponde a la dimensión de la matriz

Para calcular el índice de consistencia, λ_{max} se obtiene de la ecuación:

$$R \widehat{w} = \lambda_{max} \widehat{w} \quad (3.7)$$

Luego, se debe calcular la razón de consistencia con la siguiente ecuación:

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (3.8)$$

donde, IA es el índice de consistencia aleatorio mide la consistencia de una matriz aleatoria y se obtiene dependiente del tamaño de la matriz (n), según los valores de la Tabla 3.4

- Si $RC = 0$, la matriz es consistente.
- Si $RC \leq 0.1$, la matriz R tiene una inconsistencia admisible, lo que significa que se la considera consistente y el vector de pesos obtenido se admite como válido.

- Si $RC > 0.1$, la inconsistencia es inadmisibles y se aconseja revisar los juicios.

Tabla 3.4 Índice de consistencia aleatorio (IA)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
IA	0	0	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Fuente: Saaty, T. (2014)

c) Establecimiento de prioridades locales entre los subcriterios

Si en la modelización del problema se ha considerado la descomposición de un criterio en subcriterios, antes de continuar debe calcularse el vector de pesos asociado a dichos subcriterios. Esto se hace igual que en las comparación entre criterios, solo que ahora debe hacerse comparaciones entre pares entre los subcriterios.

d) Establecimiento de prioridades locales entre las alternativas

Para este paso, con cada criterio o subcriterio del último nivel de jerarquía se plantea la matriz R de juicios por comparación pareada entre alternativas, el nivel de prioridad de una alternativa sobre otra se establece tomando como base de comparación el grado de cumplimiento de cada criterio o subcriterio.

e) Establecimiento de prioridades totales asociadas a cada alternativa

Obtenidos los vectores de prioridad de todas las alternativas respecto de cada subcriterio, se obtiene una matriz, la que se multiplica por el vector de prioridad de los subcriterios respecto al criterio del cual se desprenden. Este procedimiento se repite para cada criterio.

$$\begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} \begin{bmatrix} \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] \\ \dots & & & & \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Vectores de prioridad de cada alternativa respecto a los subcriterios
Vector de prioridad de los subcriterios respecto al criterio
Vector de prioridad de cada alternativa respecto al criterio

Luego se obtendrán tantos vectores de prioridad de las alternativas respecto de los criterios como criterios existan y con ellos se construye una matriz que se multiplica por el vector de prioridad de los criterios respecto del objetivo general, lo que da por resultado el vector de prioridades de cada alternativa respecto del objetivo principal. Esto permite determinar cuál alternativa es la más conveniente para la solución del problema planteado.

$$\begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} \begin{bmatrix} \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{array} \right] \\ \dots & & & & \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Vectores de prioridad de cada alternativa respecto a los criterios
Vector de prioridad de los criterios respecto al objetivo
Vector de prioridad de cada alternativa respecto al objetivo

3.1.2 Ilustración de AHP: Diseño de una autopista

El problema decisional consiste en elegir el trazado de un tramo de autopista (Roche et al. (2005)). Existen tres trazados posibles (las elecciones o alternativas, que se denominan A, B y C), que se evalúan en base a tres criterios relevantes: costo de ejecución, impacto ambiental y tiempo de ejecución. Se trata de un método multicriterio 3x3 (3 alternativas y 3 criterios).

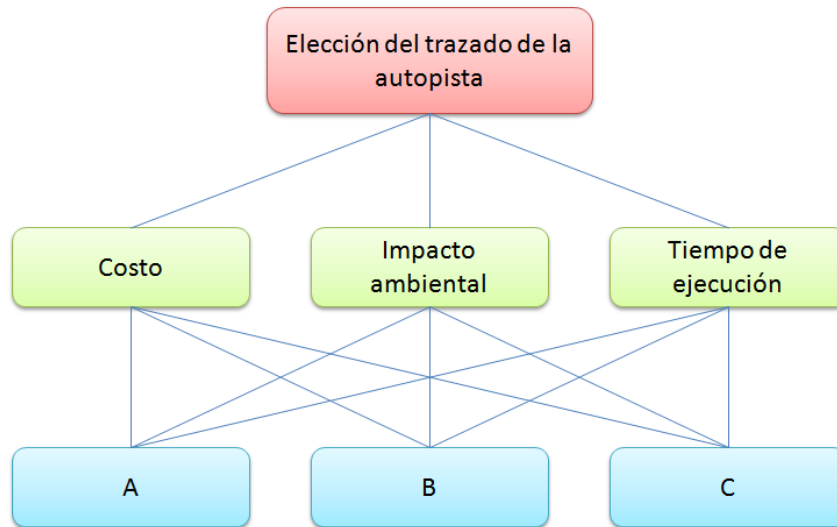


Fig.3.2 Estructura jerárquica en problema de diseño de autopista
 Fuente: Roche et al. (2005)

La estructura jerárquica se representa en la Fig. 3.2, donde el nivel 1 corresponde al propósito u objetivo, en este caso la elección del trazado de la autopista. El nivel 2 corresponde a los criterios, y el nivel 3 a las alternativas.

Luego, los decisores emiten sus juicios o preferencias en cada uno de los niveles jerárquicos establecidos.

Para el segundo nivel jerárquico, los valores subjetivos que suponemos ha emitido los decisores se reflejan en la siguiente matriz:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

De ella se desglosa por ejemplo que el impacto ambiental es 2 veces menos preferido sobre el costo, y el tiempo de ejecución tiene una preferencia de 5 veces menos sobre el costo, por ende los decisores prefieren en mayor medida que la autopista sea construida primero a un bajo costo, luego se privilegia el impacto ambiental y finalmente el tiempo de ejecución.

Luego, la matriz normalizada queda de la siguiente forma:

$$R_{Norm} = \begin{bmatrix} 1/1.7 & 2/3.3 & 5/9 \\ 0.5/1.7 & 1/3.3 & 3/9 \\ 0.2/1.7 & 0.3/3.3 & 1/9 \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Finalmente, se obtiene el vector de pesos, el cual evalúa la importancia relativa de cada criterio queda de la siguiente forma:

$$\hat{w}=[0.58126, \quad 0.30915, \quad 0.10959] \quad (3.13)$$

Con un RC= 0.0032, el cual clasifica los juicios con una inconsistencia admisible.

Del vector de pesos se observa que el criterio costo es preferido por los decisores, seguido del impacto ambiental y finalmente en menor medida del tiempo de ejecución.

Ahora, las decisiones se toman en el nivel 3. Para ello, los decisores tienen que mostrar sus juicios de valor cuando se confrontan a cada alternativa con cada criterio. Las tres matrices de comparación para el nivel jerárquico 3 se muestran en las Tablas 3.5, 3.6 y 3.7.

Tabla 3.5 Matriz de preferencias sobre alternativas para criterio costo

	A	B	C
A	1	6	3
B	1/6	1	1/2
C	1/3	2	1

Fuente: Roche et al. (2005)

De la Tabla 3.5 referente al criterio costo, se observa que el trazado A es seis veces preferido al B y tres al C. Por lo tanto se deduce que el trazo A sería el de menor costo (información manejada por decisores).

Tabla 3.6 Matriz de preferencias sobre alternativas para criterio impacto ambiental

	A	B	C
A	1	1/9	1/5
B	9	1	2
C	5	1/2	1

Fuente: Roche et al. (2005)

De la Tabla 3.6 referente al criterio impacto ambiental, se observa que el trazado B es nueve veces preferido al A y dos al C. Por lo tanto se deduce que el trazo B sería el que genera el menor impacto ambiental (información manejada por decisores).

Tabla 3.7 Matriz de preferencias sobre alternativas para criterio tiempo de ejecución

	A	B	C
A	1	1/2	1/4
B	2	1	1/2
C	4	2	1

Fuente: Roche et al. (2005)

De la Tabla 3.7 referente al criterio tiempo de ejecución, se observa que el trazado C es cuatro veces preferido al A y dos al B. Por lo tanto se deduce que el trazo C sería el que demora menos tiempo en construirse (información manejada por decisores).

Luego, para cada alternativa se obtiene un sistema de ponderaciones según cada criterio (Tabla 3.8)

Tabla 3.8 Resumen sobre las ponderaciones de criterios y alternativas

Alternativas	Criterios		
	Costo	Impacto Ambiental	Tiempo de Ejecución
A	0,66667	0,06604	0,14286
B	0,11111	0,61523	0,28571
C	0,22222	0,31873	0,57143
Ponderaciones	0,58126	0,30915	0,10959

Fuente: Roche et al. (2005)

Una vez obtenidos los estimadores de las ponderaciones para los niveles jerárquicos 2 y 3, el paso siguiente consiste en obtener las ponderaciones totales para ambos niveles jerárquicos. Esto se realiza por medio de la multiplicación entre los niveles jerárquicos. Así, para el trazado A por ejemplo el peso global se calcula como: $0.667 \times 0.581 + 0.066 \times 0.309 + 0.143 \times 0.110 = 0.424$. De la misma forma se calculan los pesos globales para las otras alternativas. Los resultados se muestran en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Ponderaciones globales para cada una de las tres alternativas

Alternativas	Ponderaciones globales
A	0,42358
B	0,28609
C	0,29032

Fuente: Roche et al. (2005)

En conclusión, la utilización del método AHP para el problema en cuestión conduce a considerar el trazado A del tramo de autopista como la mejor solución.

3.2. Metodología de adquisición de E.M. basada en AHP

La metodología de adquisición de E.M. consta de 11 pasos, que comprende desde que surge la necesidad de adquisición hasta que el E.M. se encuentra instalado y funcionando.

La Fig. 3.3 ilustra la metodología de adquisición que se aplica en esta tesis, la zona delimitada por la línea punteada es donde las labores de un profesional orientado a la aplicación de modelos analíticos de la toma de decisiones son primordiales, tanto para las evaluaciones técnicas de E.M. como para crear el modelo de decisión en conjunto con los demás profesionales.

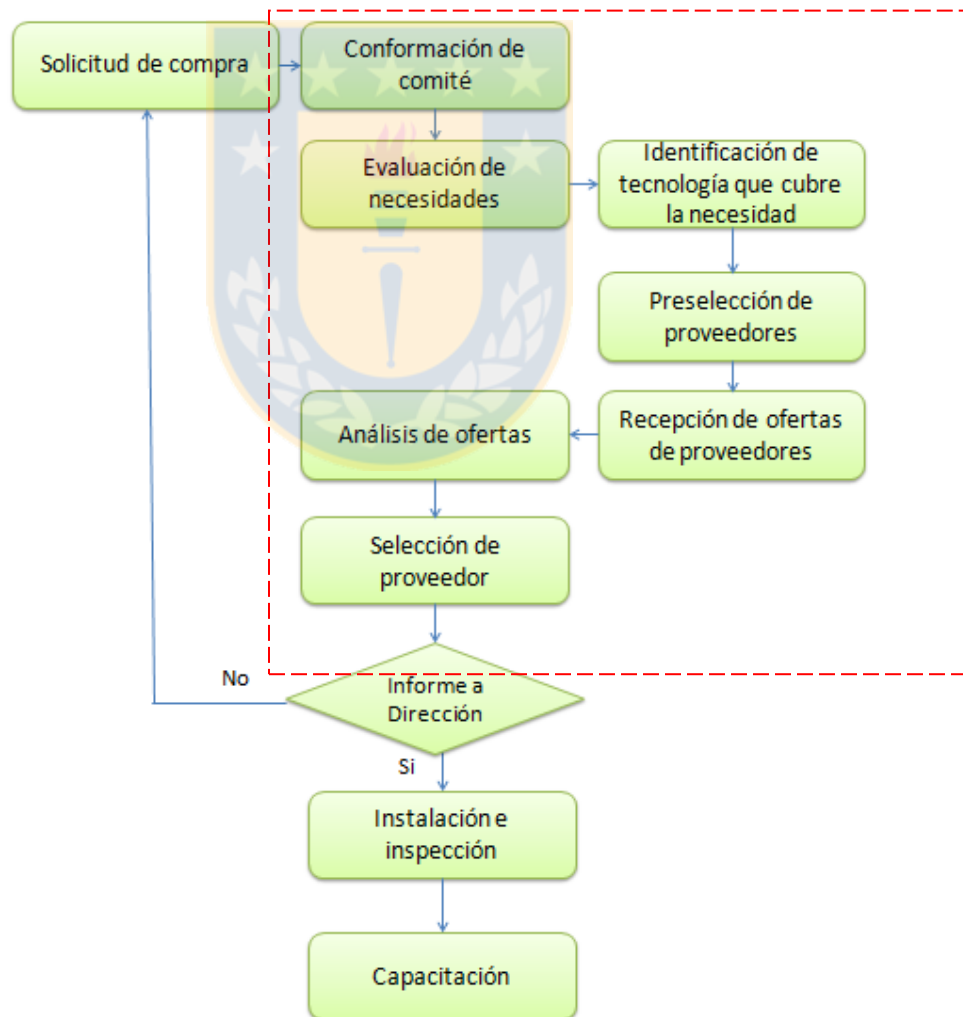


Fig.3.3 Metodología de adquisición de E.M
Fuente: Muñoz, P. (2014)

A continuación se describen los pasos de la metodología:

- **Solicitud de compra**

La solicitud de compra viene dada por la identificación de un problema al que se quiere dar solución mediante la adquisición del E.M. Esta solicitud emana de un servicio clínico o administrativo y puede estar dada por la falta de E.M., por la falla de otro E.M., por obsolescencia, aumento de capacidad como parte de un plan estratégico, cumplimiento de normativas, entre otros.

- **Conformación de comité**

Luego de tener la solicitud de compra, se debe conformar un comité interdisciplinario de profesionales que se desenvuelven en el ambiente del centro hospitalario. Este comité será el encargado de realizar el Paso 3 de la evaluación de necesidades para priorizar éstas.

- **Evaluación de necesidades**

Se realiza una evaluación de necesidades para ver qué tan pertinente es la solicitud de compra.

Se debe determinar qué recursos posee el hospital o clínica y compararlos con los que debería poseer de acuerdo a la demanda y la situación o zona específica. Se deben revisar bases de datos o estadísticas que posea la institución en la cual se va a utilizar el E.M. Esta evaluación se compone de 6 pasos:

- 1) Información respecto a la situación sanitaria de la población objetivo, tales como necesidades epidemiológicas (enfermedades prioritarias), aspectos demográficos (población, tasa de pacientes).
- 2) Información de referencia sobre la disponibilidad de servicios de salud en el centro hospitalario. Se debe evaluar qué necesidades cubre el centro, a qué gama de pacientes atiende, cuántos pacientes se remiten a otro centro hospitalario, cuantificación de RRHH. Así, es posible determinar la diferencia entre lo que se tiene y lo que se necesita.
- 3) Información sobre E.M. disponibles. Se debe tener el inventario y estado del E.M. Además, se debe determinar de qué infraestructuras se dispone.
- 4) Información de referencia sobre RRHH. Cualificación y cuantificación de RRHH necesarios para satisfacer la demanda de la población (ver 1).

- 5) Información de referencia sobre aspectos económicos. Recopilar presupuesto del cual dispone el centro hospitalario.
- 6) Establecimiento de prioridades con todos los antecedentes constatados en los pasos anteriores de esta etapa.

- **Identificación de la tecnología que cubre la necesidad**

Luego de tener las necesidades identificadas, el comité experto luego de una exploración tecnológica debe determinar qué E.M. se requiere (ecógrafo, radiógrafo, cama clínica, monitor de signos vitales, entre otros)

- **Preselección de proveedores**

Teniendo el tipo de tecnología que se requiere, del universo de proveedores de E.M. en el mercado se procede a seleccionar a todos los que posean dicho producto.

Posteriormente se utiliza la herramienta AHP para rankear (según preferencias del comité de expertos) diferentes proveedores. Para hacer el proceso más eficiente se utiliza el software ExpertChoice. Cabe destacar que en esta etapa no se debe considerar el precio ya que se busca como prioridad que el equipo cumpla los requerimientos para los cuales se quiere utilizar.

En la Fig. 3.4 se muestra un ejemplo de modelo AHP jerarquizado.

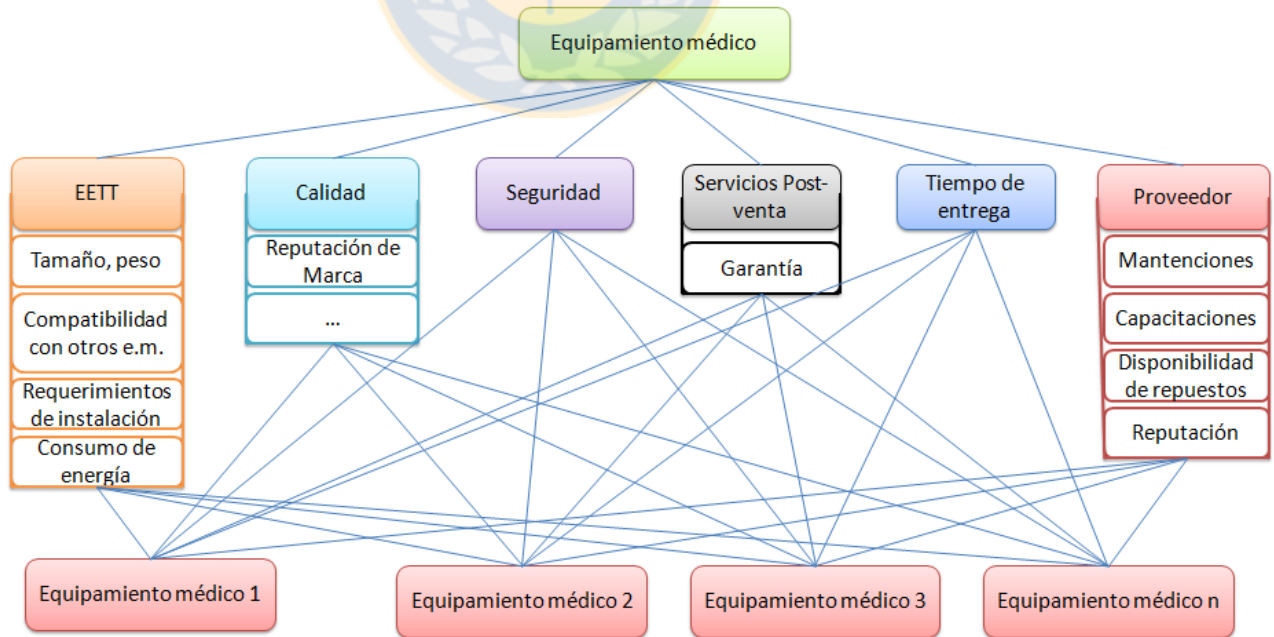


Fig.3.4 Modelo AHP para ranking de proveedores

Fuente: Muñoz, P. (2014)

- **Recepción de ofertas de proveedores**

En el caso del sistema público la recepción de ofertas es hecha a través de licitación en el portal www.mercadopublico.cl. Las instituciones privadas en cambio tienen mayor flexibilidad a esto, ya que pueden hacerlo negociando cara a cara con el proveedor.

- **Análisis de ofertas**

Luego de tener los proveedores que cumplen de mejor forma con los requerimientos y las ofertas de éstos, se procede a evaluarlos económicamente.

Para evaluar cuál inversión presenta el mínimo costo para las mismas necesidades se calcula el valor actual de costos (VAC) como indicador de costo-efectividad en todas las ofertas disponibles. Para el cálculo del VAC se debe hacer un flujo de caja con una tasa de descuento del 6% (valor estándar para inversiones públicas) para el sector público. Para el sector privado, la tasa de descuento debe reflejar el costo del capital para la empresa y, por tanto, deben ser calculadas por cada clínica en particular.

- **Selección de proveedor**

El comité multidisciplinario será el encargado de elegir la mejor opción de proveedor, según el indicador VAC. En este flujo de caja se incluyen los costos por mantenciones, capacitaciones y servicio técnico si éstos no se encuentran contemplados en el costo de adquisición del E.M.

- **Informe a Dirección**

Luego de haber elegido al mejor proveedor del E.M. que se necesita se informa de esto al Director de la institución, quién analiza los estudios hechos anteriormente y si lo acepta, se compra el E.M. De no aceptar la elección, el Director se contacta con el comité, plantea sus cambios y se realiza el proceso nuevamente.

- **Instalación e inspección**

Todo E.M. debe ser probado y evaluado adecuadamente antes de su uso clínico estando ambas partes (proveedor y demandante) presentes. Algunas adquisiciones pueden requerir de la desinstalación del antiguo equipo, renovaciones y adecuaciones del área donde se va a instalar el equipo.

- **Capacitación**

Luego de estar instalado el E.M. se hacen las capacitaciones sobre el manejo de este a todo el personal que tenga contacto con el E.M.: médicos, enfermeras, técnicos en enfermería, personal de mantención y limpieza.

3.3. Adquisiciones en el Servicio de Salud Maule (SSM)

Dentro de la red asistencial que cubre el país, el servicio de SSM es uno de los 29 Servicios de salud. Este está compuesto por tres Subdirecciones; una de ellas, la Subdirección de Recursos Físicos y Financieros tiene a su cargo cuatro Departamentos:

- Departamento de Finanzas
- Departamento de Abastecimiento
- Departamento de Servicios Generales
- Departamento de Recursos Físicos

La Unidad de Inversiones y Control de Gestión es una de las cuatro unidades por las cuales está compuesto el Departamento de Recursos Físicos, y entre otras funciones tiene a cargo la formulación, revisión y desarrollo de proyectos de inversión pública en Salud que son generados y aprobados desde esta Unidad, dentro de los cuales están los referentes a adquisición de equipos médicos.

Ahora, los procesos llevados por la unidad se encuentran regulados por distintas normativas de distinta fuerza legal y que limitan los procedimientos que son llevados a cabo. En este sentido las principales normativas regulatorias son las siguientes:

- Ley 18.575, Ley orgánica constitucional de bases generales de la administración del Estado
- Ley 19.886 y su Reglamento, Ley de compras y contratación pública
- Ley de Presupuestos de la Nación, del año en curso
- Metodologías e Instrucciones impartidas por el Ministerio de Desarrollo Social, a través del Sistema Nacional de Inversiones, para la formulación y presentación de proyectos de inversión pública
- Resolución 1600 de fecha 30.10.2008 de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón

- Reglamento para contratos de Obras del Ministerio de Obras Públicas, que aplica supletoriamente en contratos de obras civiles

Para una mejor comprensión de sus procesos la metodología del SSM los separa en dos grandes áreas:

- Procesos de Inversión pública en Salud
- Procesos de adquisición y Control de Gestión

Las que se explican en las secciones siguientes 3.4.1 y 3.4.2.

3.3.1 Procesos de Inversión Pública en Salud

Con el fin de mejorar permanentemente la atención de salud de los habitantes de la Región del Maule la unidad de inversiones tiene como rol la formulación, revisión y presentación de proyectos de Inversión pública en Salud, a las distintas entidades que la normativa establece. Para ello se somete a metodologías establecidas por el Ministerio de Desarrollo Social y las instrucciones particulares aplicables para la presentación de proyectos en forma directa al MINSAL y al Gobierno Regional del Maule.

El Ministerio de Desarrollo Social, posee Metodologías para la formulación y presentación de los proyectos de inversión pública. Dentro de los proyectos de salud existen los proyectos para Equipos y/o Equipamiento.

Todas las iniciativas de inversión se desarrollan siguiendo el modelo de desarrollo presentado en la Fig.3.5.

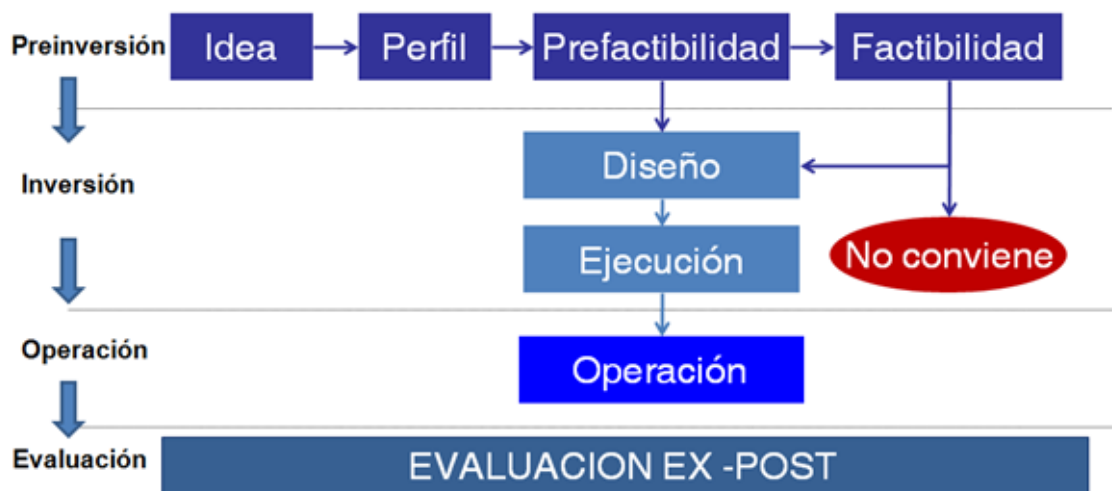


Fig.3.5 Metodología de adquisición de E.M por inversión pública
Fuente: Servicio de Salud Maule. (2012)

El proceso de formulación de un proyecto de inversión, se inicia con la identificación de un problema, y finaliza con la postulación al SNI (Servicio Nacional de Inversiones) de la alternativa seleccionada para resolverlo.

Las principales actividades desarrolladas en este proceso son:

- a) Elaboración del diagnóstico que permita identificar y dimensionar el problema.
- b) Identificación, selección y análisis de las alternativas.
- c) Evaluación técnico-económica de las alternativas.
- d) Selección de la mejor alternativa.

3.3.2 Procesos de adquisición y control de gestión

En la Fig. 3.6 se muestra un esquema que identifica los flujos de procesos que se detallarán a continuación referente al proceso de adquisición y control de gestión.

Todo proceso se inicia con la solicitud de compra, que luego de ser aprobado por los entes correspondientes se elaboran las EETT y se asigna el profesional responsable de la compra. Si el producto está en Convenio Marco se compra por este medio, de lo contrario se hace por licitación pública, la que de declararse desierta por falta de ofertas, se hace por licitación privada. Si esta última resulta desierta se hace por trato directo con empresas de las que se sabe que proveen el producto mediante cotización. Finalmente, se emite la orden de compra, la que luego de ser aceptada por la empresa finaliza con el proceso. Ahora, si se trata de una adquisición que excede las 2000 UTM las bases de la licitación deben tener el visto bueno de la contraloría.

Una vez firmada la resolución que aprueba Bases o llegada la Toma de Razón de la CG, se debe publicar en plataforma de licitaciones www.mercadopublico.cl.

Según el monto de la adquisición o la contratación del servicio, la licitación pública puede ser de la siguiente forma:

- Licitaciones públicas para contrataciones iguales o inferiores a 100 UTM.
- Licitaciones públicas para contrataciones superiores a 100 UTM e inferiores a las 1.000 UTM.
- Licitaciones públicas para contrataciones iguales o superiores a 1.000 UTM.

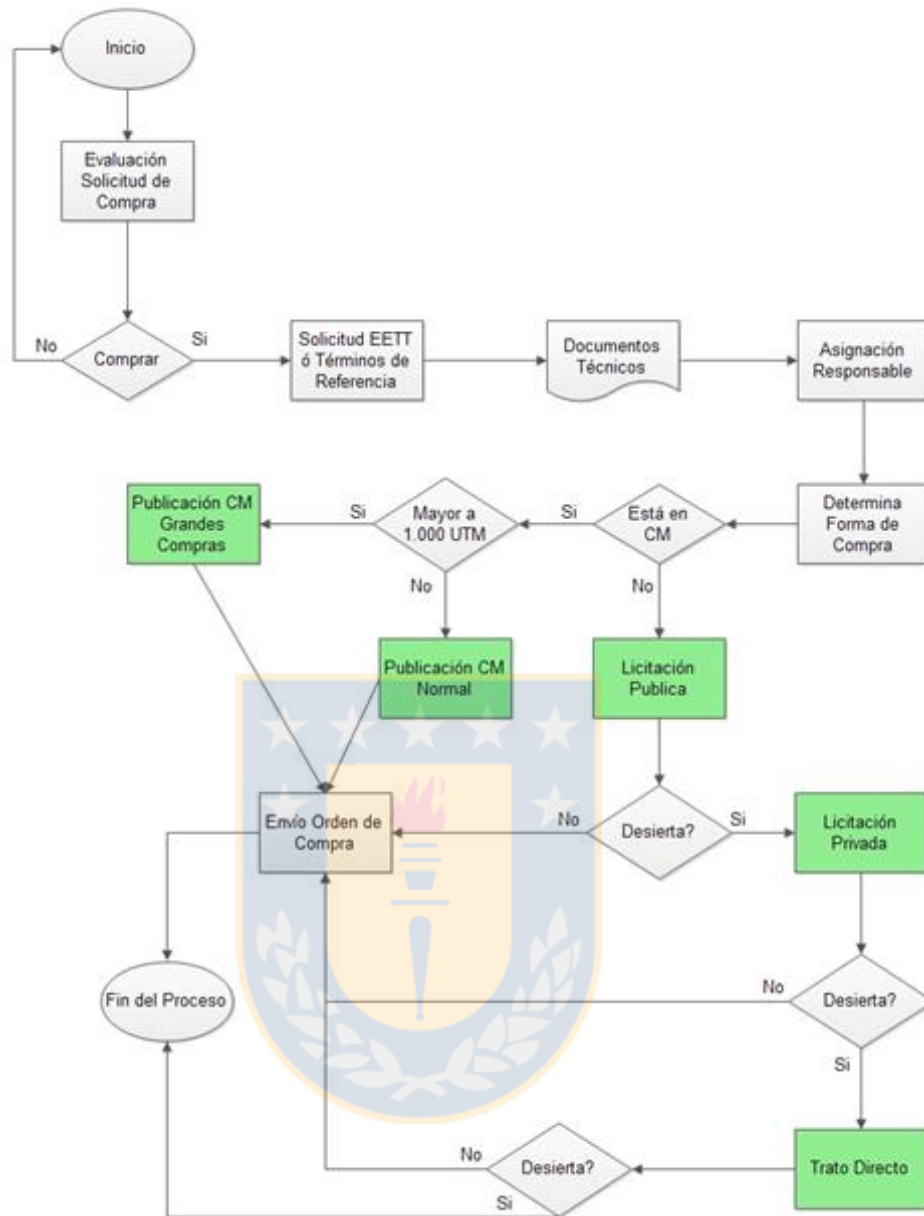


Fig.3.6 Procesos de compra

Fuente: Servicio de Salud Maule. (2012)

Las Bases establecerán la posibilidad de efectuar aclaraciones, en donde los Proveedores podrán formular preguntas, dentro del período establecido en ellas a través del Sistema de Información.

El Servicio deberá dar respuesta a las preguntas a través del Sistema de Información dentro del plazo establecido en las Bases.

Los plazos entre el llamado y cierre de recepción de ofertas se fijarán por cada entidad atendiendo al monto y complejidad de la adquisición, considerando particularmente el tiempo

requerido para que los proveedores preparen sus ofertas, y los plazos mínimos establecidos en el reglamento de la ley N° 19.886.

3.3.2.1 Proceso de Evaluación de Equipos Médicos

En las bases de los procesos de las licitaciones para la compra de equipos médicos, la evaluación cambia de acuerdo a los montos de presupuesto, se dividen en LP (Mayor o igual a 1000 UTM), LE (Mayor a 100 UTM y menor 1000 UTM) y L1 (Menor o igual a 100 UTM).

A continuación se explica cómo se desglosa cada evaluación.

Evaluación LP

Los criterios de evaluación para decisiones de adquisición de equipamiento médico que involucran inversiones mayores, a diferencia de la evaluación de equipamiento médico de montos menores, incorporan el factor de “Satisfacción Usuaría”. Se ponderan de la siguiente forma (ver resumen en Tabla 3.10):

- Precio (25%)

El puntaje para cada empresa se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje oferta (i)} = \frac{\text{Precio de oferta más económica}}{\text{Precio de oferta (i)}} \times 10$$

- Evaluación técnica (52%)

Esta a su vez se divide en:

- Presencia de marca (10%)

$$\text{Puntaje Presencia de Marca (i)} = \frac{\text{Total equipos instalados empresa (i)}}{\text{Mayor cantidad de equipos presentados}} \times 10$$

- Satisfacción Usuaría (50%). Esta se compone de Satisfacción Usuaría externa y satisfacción usuaria Interna:

Satisfacción Usuaría externa (20%):

Esta se mide según el número de certificados de otros clientes que hayan tenido el mismo equipo ofertado y que adjunten en sus documentos.

Satisfacción Usuaría Interna (80%):

Esta evaluación se hace posterior a una demostración técnica, donde las empresas exponen sus ofertas y aclaran dudas de los equipos. Luego, el personal clínico o técnico que participa como referente otorga la puntuación a cada equipo. Estos

llenen la encuesta de la Fig. 3.7, se evalúan los 5 puntos en una escala de 1 a 6, donde 1 el criterio es muy insatisfecho y 6 el criterio muy satisfecho.

Oferente : _____
 Evaluación para ítem o equipo : _____

ENCUESTA

Después de haber presenciado la exposición, evalúe marcando con una X, las siguientes aseveraciones:		Muy Insatisfecho		Satisfecho		Muy Satisfecho	
		1	2	3	4	5	6
1	El equipo ofertado cumple con los requerimientos técnicos mínimos solicitados.						
2	Luego de terminada la demostración técnica y planteadas las preguntas de la audiencia, puedo afirmar que todas estas, fueron respondidas a conformidad.						
3	El equipo ofertado entrega prestaciones adicionales que son de utilidad para el desarrollo de las funciones propias del usuario.						
4	El equipo ofertado cumple con las expectativas de seguridad de uso conforme a los requerimientos del usuario.						
5	Los Costos de Operación (Insumos) y Mantenimiento (preventivo y correctivo) son acordes a la disponibilidad presupuestaria del usuario.						

Firman en conformidad:

_____ **Encuestado**

Fig. 3.7 Encuesta de satisfacción usuario interno

Fuente: Portal mercado Público. Licitación ID:2189-133-LP13

- Servicio Técnico (10%)

Este se evalúa con puntuación 10, 5 o 0. Se evalúa con 10 o si el servicio técnico es propio y con técnicos capacitados en la fábrica del equipo ofertado (con respaldo). Se evalúa con 5 si el servicio técnico es propio pero no presenta capacitación en fábrica, y se evalúa con 0 si no tiene servicio técnico propio.

- Servicio Postventa (30%):

Garantía (60%): meses

Tiempo de Respuesta (20%): días

Equipo en Back Up (20%): Este se evalúa con puntuación 10, 5 o 0. Se evalúa con 10 si el equipo en back up ofrecido es el mismo en marca y modelo al ofertado. Se

evalúa con 5 si el equipo en back up ofrecido es diferente al ofertado, y se evalúa con 0 si no presenta equipo en back up.

- Contratación de discapacitados (3%)
- Plazos de entrega (20%)

Tabla 3.10 Ponderaciones de criterios en evaluación LP

Ponderación a utilizar para los criterios de evaluación	Precio: 25%		
	Evaluación Técnica: 52%	Presencia de Marca: 10%	
		Satisfacción Usuaría: 50%	Satisfacción Usuaría Externa: 20%
			Satisfacción Usuaría Interna: 80%
	Servicio Técnico: 10%		
	Servicio de Postventa: 30%	Garantía: 60%	
		Tiempo de Respuesta: 20%	
		Equipo en Back Up: 20%	
	Contratación de discapacitados: 3%		
	Plazos de entrega: 20%		

Fuente: Elaboración Propia

Luego de tener todas las ofertas estas se ingresan a una planilla Excel y según sus puntajes se obtiene un ranking. El equipo ofertado que tiene el mayor puntaje total es el adjudicado.

Evaluación L1 y LE

Los criterios de evaluación para inversiones menores de equipamientos médicos no consideran la satisfacción usuaria debido a que la evaluación técnica del equipo se basa en el cumplimiento de EETT, y se ponderan de la siguiente forma (ver resumen en Tabla 3.11):

- Precio (25%)

El puntaje para cada empresa se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje oferta (i)} = \frac{\text{Precio de oferta más económica}}{\text{Precio de oferta (i)}} \times 10$$

- Evaluación técnica (52%)

Esta a su vez se divide en:

- Cumplimiento de EETT (50%)

Se crea un ranking de las ofertas dependiendo del cumplimiento de EETT solicitadas. Si alguna oferta no cumple con algo primordial la oferta se deja no evaluable por no cumplimiento de EETT.

- Servicio Técnico (10%)

Este se evalúa con puntuación 10, 5 o 0. Se evalúa con 10 o si el servicio técnico es propio y con técnicos capacitados en la fábrica del equipo ofertado (con respaldo). Se evalúa con 5 si el servicio técnico es propio pero no presenta capacitación en fábrica, y se evalúa con 0 si no tiene servicio técnico propio.

- Servicio Postventa (40%):

Garantía (60%): en meses, puntuación de acuerdo a la oferta con mayor garantía

Tiempo de Respuesta (40%): en días, puntuación de acuerdo a la oferta con menor tiempo de respuesta.

- Contratación de discapacitados (3%)
- Plazos de entrega (20%)

Luego de tener todas las ofertas estas se ingresan a una planilla Excel y según sus puntajes se obtiene un ranking. El equipo ofertado que tiene el mayor puntaje total es el adjudicado.

Tabla 3.11 Ponderaciones de criterios en evaluación L1 y LE

Ponderación a utilizar para los criterios de evaluación	Precio: 25%		
	Evaluación Técnica: 52%	Cumplimiento de EETT: 50%	
		Servicio Técnico: 10%	
	Servicio de Postventa: 40%	Garantía: 60%	
		Tiempo de Respuesta: 20%	
	Contratación de discapacitados: 3%		
	Plazos de entrega: 20%		

Fuente: Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 4. Aplicación de Metodología – Caso SSM

Se considera la adquisición de un Equipo de Rx Portátil Digital en el Servicio de Salud Maule para el Hospital de Talca (a fines del 2013 y principios del 2014), esto porque este es un equipo de alta tecnología y con múltiples criterios a evaluar donde es posible aplicar la metodología basada en AHP a los equipos participantes de la licitación pública. Así, los equipos participantes en la licitación se muestran en la Tabla 4.1, donde se muestran las ofertas de los diferentes proveedores con sus respectivos equipos y precios. Cabe destacar que las ofertas se subieron al portal dentro del 2 de enero del 2014 al 28 de abril del 2014.

Tabla 4.1 Proveedores participantes en licitación de Rx Digital

EMPRESA	MARCA	MODELO	PRECIO (\$)
INGENIERIA EN ELECTRONICA COMPUTACION Y MEDICINA S A	General Electric	Optima XR220	105.616.100
SIEMENS SOCIEDAD ANONIMA	Siemens	Mobilett MIRA	109.702.768
OLMOS Y COMPANIA LIMITADA	Italray	DR XFM	105.587.066
AGFA HEALTHCARE CHILE LTDA	AgfaHealthcare	DX-D100	100.766.096
ULTRAMED SPA	Villa SistemiMedicali	Visitor T30M-DR	128.520.000
DATAMEDICA S.A.	Stephanix	Movix 30 dream	120.957.550
INTERNATIONAL CLINICS S A	Shimadzu	DART EVOLUTION	96.390.000

Fuente: Portal Mercado Público. Licitación ID: 2189-133-LP13

Luego, se tiene una comisión de evaluación conformada por:

- Médico Radiólogo
- Ingeniero Civil Biomédico
- Técnico de Imagenología
- Ingeniero Electrónico

Dicha comisión aporta con sus conocimientos y experiencias para definir los criterios a tomar en cuenta en el proceso de adquisición del equipo, definiendo entre ellos los parámetros que se evaluarán del equipo, de lo que resulta el modelo de la Fig. 4.1.

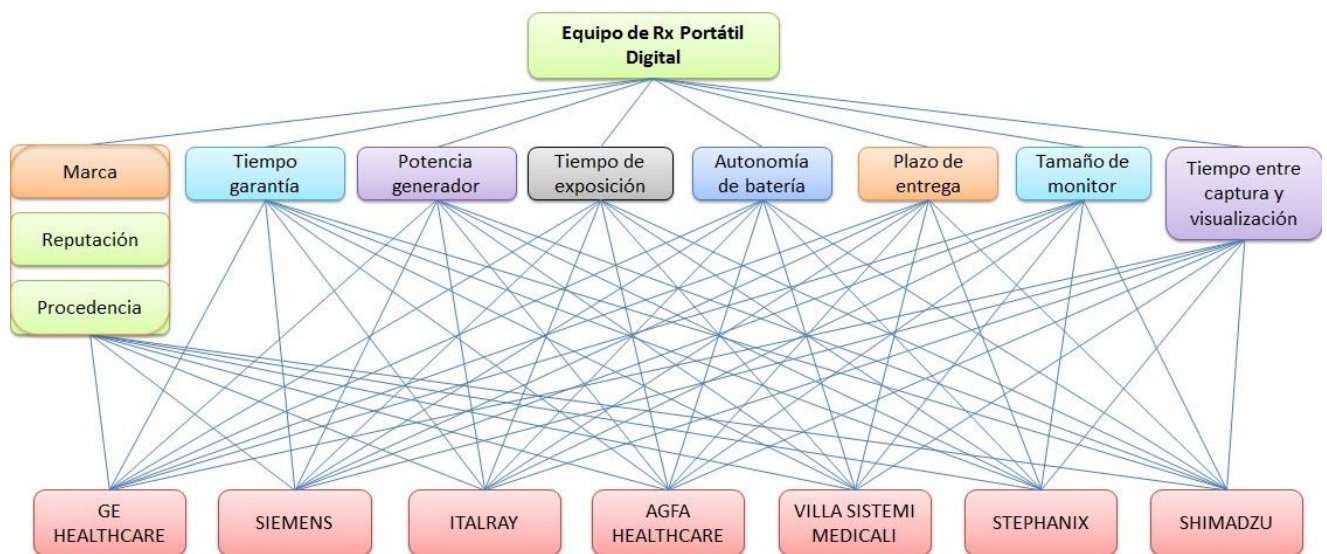


Fig.4.1 Modelo AHP para equipo de Rx

Fuente: Elaboración Propia

Sin tomar en cuenta el precio de los equipos se procede a evaluar a los participantes utilizando el software ExpertChoice, el que facilita el uso de la herramienta AHP.

Para comenzar se evalúa la importancia de los criterios, donde por medio de comparación entre pares se llega a la importancia relativa de cada uno, obteniéndose los resultados de la Tabla. 4.2.

Tabla 4.2 Ponderación de cada criterio al objetivo

Criterio	Ponderación	Subcriterio	Ponderación
Marca	0,09	Reputación	0,5
		Procedencia	0,5
Tiempo de garantía	0,27		
Potencia de generador	0,09		
Tiempo de exposición	0,05		
Autonomía de batería	0,221		
Plazo de entrega	0,28		
Tamaño de monitor	0,341		
Tiempo entre captura y visualización de la imagen	0,152		

Fuente: Elaboración Propia

Luego, para cada criterio y subcriterio se procede a hacer la comparación entre alternativas, tal como se ve en la Tabla. 4.3. De ella se observa que la marca GE es 2 veces preferida sobre el SIEMENS, 5 veces preferida sobre ITALRAY, 4 veces la prefieren sobre AGFA, 5 veces

sobre VILLA SISTEMI MEDICALLI al igual que sobre STEPHANIX y GE es 3 veces preferida sobre SHIMADZU.

Tabla 4.3. Matriz de comparación para subcriterio: Reputación de la marca

	GE	SIEMENS	ITALRAY	AGFA	VILLA SIST.	STEPHANIX	SHIMADZU
GE	1	2	5	4	5	5	3
SIEMENS	1/2	1	3	2	3	3	2
ITALRAY	1/5	1/3	1	1/2	1	1	1/2
AGFA	1/4	1/2	1/3	1	2	2	1
VILLA SIST.	1/5	1/3	1	1/2	1	1	1/2
STEPHANIX	1/5	1/3	1	1/2	1	1	1/2
SHIMADZU	1/3	1/2	2	1	2	2	1

Fuente: Elaboración Propia

De la misma forma y tal como se aprecia en el Anexo A se hacen las comparaciones entre pares para el subcriterio procedencia de la marca, y los criterios tiempo de garantía, potencia de generador, tiempo de exposición, autonomía de batería, plazo de entrega, tamaño de monitor y el tiempo entre captura y visualización de la imagen; obteniéndose los resultados de mayor a menor como se ve en la Tabla 4.4 y la Fig. 4.2. Por lo tanto, según los criterios tomados en consideración y las alternativas presentes los equipos que mejor cumplen con estos requerimientos (ordenandos de mayor a menor cumplimiento) son:

- Equipo Rx Italaray
- Equipo Rx Villa SistemiMedicalli
- Equipo Rx Siemens
- Equipo Rx General Electric
- Equipo Rx Agfa
- Equipo Rx Stephanix
- Equipo Rx Shimadzu

Tabla4.4. Ranking de equipos según evaluación realizada por comisión

ITALRAY	1
VILLA SISTEMI MEDICALLI	0,858
SIEMENS	0,773
GE	0,729
AGFA	0,708
STEPHANIX	0,627
SHIMADZU	0,463

Fuente: Elaboración Propia

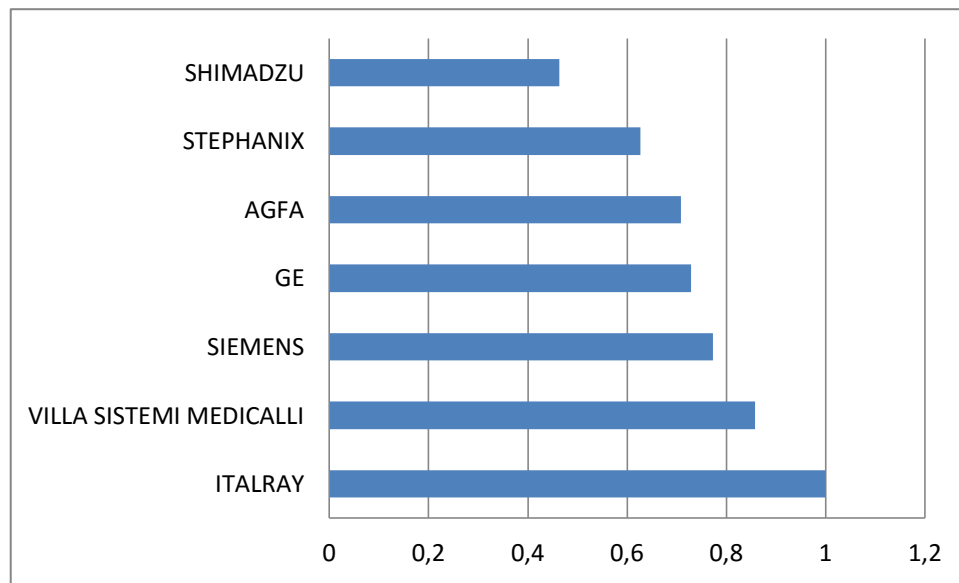


Fig. 4.2 Ranking de equipos según cumplimiento de objetivos en evaluación realizada por comisión
Fuente: Expert Choice

Luego, como ya se tienen los valores de todos los equipos, y se tiene qué equipos cumplen de mejor forma con los criterios se procede a hacer el análisis de ofertas. Este se realiza con la ayuda de un indicador cuantitativo, en este caso el VAC.

Se tiene información de los precios de los equipos y de lo que costarían sus mantenciones en un futuro una vez terminada la garantía. Con estos datos se hacen los flujos de caja respectivos.

Cabe destacar que no se consideran ingresos en estos flujos de caja, ya que los ingresos del equipo estarían dados por el pago de las prestaciones que ofrecen, donde todas las alternativas otorgan las mismas prestaciones generando los mismos ingresos, por lo que en la comparación de VAC estos no aportarían diferencias. Lo mismo ocurre con los costos de operación, los que son iguales para todos los equipos en evaluación.

Así, se calculan los siguientes VAC, con un IPC 3% ya que se estima que desde mediados del 2017 se mantenga en torno a este valor (Banco Central de Chile, 2016). Los VAC son presentados en la Tabla 4.5 y en Anexo B se presenta el detalle de los flujos de caja.

Tabla 4.5 Resumen VAC Equipos Rx Digital

MARCA	VAC
SHIMADZU	\$108.201.489,89
ITALRAY	\$112.968.306,69
GE	\$118.007.245,01
SIEMENS	\$129.834.259,51
STEPHANIX	\$139.855.929,60
AGFA HEALTHCARE	\$141.924.331,69
VILLA SISTEMI MEDICALLI	\$147.530.192,16

Fuente: Elaboración Propia

Cabe destacar que para obtener los flujos netos y comparar los VAC de los diferentes equipos en los flujos de caja se considera el costo del equipo (inversión) y la mantención correctiva post garantía presentada en cada oferta. La mantención preventiva no se considera para la comparación ya que en un comienzo mientras dura la garantía esta es gratis y luego se puede proceder a hacer una licitación donde una empresa multimarca dedicada a mantención no discrimina por marca y modelo de equipos esta sería igual en todos los casos, misma cosa ocurre con los ingresos.

Los equipos que mejor cumplen con los criterios a partir de los resultados obtenidos con AHP son:

- Italray
- Villa Sistemi Medicali
- Siemens
- GE
- Agfa

Para seleccionar estos equipos, se toma como referencia los valores normalizados obtenidos de AHP, presentados en la Tabla 4.4; dejando los que obtienen un valor mayor o igual 0,7 esto porque son varios de los equipos se encuentran de 0,7 a 0,8. Se dejan fuera de esta preselección dos equipos ya que sus puntuaciones están muy distantes de las de los primeros, por lo que el cumplimiento de los criterios en ellos es menor.

Ahora, de los equipos mencionados anteriormente, el que tiene un menor VAC es el equipo de Rx portátil digital marca Shimadzu, el que no había salido dentro de los

preseleccionados por AHP. En segundo lugar por criterio de VAC de acuerdo a Tabla 4.5 es el equipo marca Italray, el que si se encuentra seleccionado dentro de los mayores puntajes obtenidos con AHP.

Por ende, de acuerdo a la metodología, el equipo que se debería adquirir es el Rx Portátil Digital Marca Italray, ya que se encuentra dentro de los equipos con mayor cumplimiento de los criterios y es el equipo que resulta más conveniente en cuanto a costo-efectividad.



Capítulo 5. Evaluación según metodología de SSM

Luego de haber aplicado la metodología basada en AHP en el Capítulo 4 se tiene el catastro de los resultados obtenidos por la metodología utilizada en el proceso de adquisición del equipo de Rx Portátil Digital en el Servicio de Salud del Maule (SSM), donde por tratarse de una licitación mayor a 100 UTM se utilizan los criterios presentados en la Tabla 5.1 con sus respectivos porcentajes:

Tabla 5.1 Criterios y ponderaciones a utilizar en evaluación de Equipo de Rx.

Ponderación a utilizar para los criterios de evaluación	Precio: 25%			
	Evaluación Técnica: 52%	Presencia de Marca: 10%		
		Satisfacción Usuaría:	Satisfacción Usuaría Externa: 20%	
		50%	Satisfacción Usuaría Interna: 80%	
		Servicio Técnico: 10%		
		Servicio de Postventa: 30%	Garantía: 60%	
			Tiempo de Respuesta: 20%	
			Equipo en Back Up: 20%	
		Contratación de discapacitados: 3%		
	Plazos de entrega: 20%			

Fuente: Elaboración Propia

5.1. Proceso de evaluación de Equipo de Rx Portátil Digital

Posteriormente, se tienen todas las ofertas de la licitación ID: 2189-133-LP13, estas se ingresan a una planilla Excel y según sus puntajes se obtiene un ranking. El equipo ofertado que tiene el mayor puntaje total es el adjudicado, pudiendo obtener puntajes desde 0 a 10. En Anexo C se tiene el desglose de puntajes obtenidos con sus ponderaciones respectivas, donde luego de realizar la evaluación con la metodología del SSM se obtienen los resultados de la Tabla 5.2 donde el equipo con mayor puntaje es el de la empresa SIEMENS SOCIEDAD ANONIMA, con un puntaje de 8,3.

Tabla 5.2. Evaluación de Rx Portátil Digital con metodología del SSM

EMPRESA	MARCA	MODELO	PUNTAJE TOTAL
INGENIERIA EN ELECTRONICA COMPUTACION Y MEDICINA S A	GE	Optima XR220	6,2
SIEMENS SOCIEDAD ANONIMA	Siemens	Mobilett MIRA	8,3
OLMOS Y COMPANIA LIMITADA	ITALRAY	DR XFM	6,9
AGFA HEALTHCARE CHILE LTDA	AGFA Healthcare	DX-D100	6,6
ULTRAMED SPA	Villa Sistemi Medicali	Visitor T30M-DR	5,8
DATAMEDICA S.A.	Stephanix	Movix 30 dream	5,6
INTERNATIONAL CLINICS S A	SHIMADZU	DART EVOLUTION	6,9

Fuente: Portal Mercado Público. Licitación ID: 2189-133-LP13

A modo de ejemplo se detalla la forma en que se calcula el puntaje del equipo SIEMENS.

El oferente presenta una base instalada de 2 equipos, siendo una de las 2 ofertas con la mayor cantidad de base instalada, por lo que se obtiene la mayoría del puntaje en el criterio “presencia de marca” (Tabla 5.3).

Ahora, en cuanto al criterio “servicio técnico” la empresa oferente presenta su servicio técnico como propio por lo que también obtiene la mayoría del puntaje (Tabla 5.3)

Tabla 5.3. Evaluación de criterios “marca” y “servicio técnico”

	5%	Presencia Marca		10%	Servicio Técnico	
MARCA	Base Inst.	Ptos	POND.	Propio/Externo	Ptos	POND.
Siemens	2	10,0	0,50	10	10,0	1,00

Fuente: Portal Mercado Público. Licitación ID: 2189-133-LP13

La Tabla 5.4 muestra la evaluación para el criterio “servicio post venta” el que está compuesto por los subcriterios “garantía” y “tiempo de respuesta”.

Tabla 5.4. Evaluación de criterio “servicio post venta”

	20%	Servicio Post Venta						
	70%	Garantía		30%	Tiempo Respuesta		Total S. post. Vta.	
MARCA	Meses	Ptos	POND.	Hrs.	Ptos	POND.	Tot. Ptos	POND.
Siemens	24	4,0	2,8	NA	0,00	0,0	2,8	0,6

Fuente: Portal Mercado Público. Licitación ID: 2189-133-LP13

De la Tabla 5.4 se observa que la garantía ofrecida es de 24 meses, pero como este criterio está condicionado a los valores ofrecidos por las demás ofertas la puntuación es solo 4 puntos, ya que el equipo ITALRAY presenta una garantía de 60 meses.

El tiempo de respuesta ofrecido por la empresa SIEMENS no es evaluable porque oferta un tiempo ilógico en el que por estar ubicados en otra ciudad no podrían cumplir.

La Tabla 5.5 muestra la evaluación para el criterio “satisfacción usuaria”, aquí en cuanto a la “satisfacción usuaria externa” la empresa no presenta certificados válidos emitidos por otro centro hospitalario que avale el equipo que se está ofertando, por ende su puntuación es cero.

En cuanto a la satisfacción usuario interna de la encuentra el puntaje dado por la comisión es de 9,19 puntos, siendo el mayor entre todos los equipos, por lo que se obtiene la puntuación máxima.

Tabla 5.5. Evaluación de criterio “Satisfacción usuaria”

	65%	Satisfacción Usuaria						
	10%	S. Externa		90%	S. Interna		Total S. Usuaria	
MARCA	Certif.	Ptos	POND.	Encsta	Ptos	POND.	Tot. Ptos	POND.
Siemens	0	0,0	0,0	9,19	10,0	9,0	9,0	5,9

Fuente: Portal Mercado Público. Licitación ID: 2189-133-LP13

La suma de los criterios presentes en las Tablas 5.3, 5.4 y 5.5 otorga el puntaje técnico. El que este caso es de 7,9.

Para finalizar la evaluación en Tabla 5.6 se observa que se le suma al puntaje técnico el puntaje por “contratación de discapacitados” en empresa oferente, que en este caso no presentan por lo que ahí no tienen puntaje. También se le suma el puntaje por criterio “plazo de entrega”, donde el oferente presenta 25 días corridos, el cual por ser el mayor de todos los equipos en la evaluación obtiene el puntaje máximo. Además, se le suma el puntaje por el

criterio “precio”, donde como no es el más barato no alcanza el máximo de puntos, obteniendo 8,8 puntos en este criterio.

Se suman las ponderaciones de la Tabla 5.6 cuyo resultado entrega el puntaje total, que en este caso es de 8,3 puntos.

Tabla 5.6. Evaluación total de Equipo

MARCA	52%		3%	C. Discapacitados		20%	Plazo de entrega		25%	Criterio Económico		PJE TOTAL
	Ptos	POND		SI/NO	Ptos		POND	Dias corridos		Ptos	POND	
Siemens	7,91	4,1	NO	0,0	0,0	25	10	2,0	109.702.768	8,8	2,2	8,3

Fuente: Portal Mercado Público. Licitación ID: 2189-133-LP13



Capítulo 6. Análisis de Resultados

Luego de tener ambos resultados, el del Servicio de Salud Maule y el resultado con la metodología basada en AHP se tiene la Tabla 6.1 de resumen, en la cual se evidencian los rankings obtenidos con ambos procedimientos.

Tabla 6.1. Ranking resultados con ambas metodologías

	METODOLOGÍA SSM	METODOLOGÍA BASADA EN AHP
1°	SIEMENS	1° ITALRAY
2°	ITALRAY	
2°	SHIMADZU	
4°	AGFA HEALTHCARE	
5°	GE	
6°	VILLA SISTEMI MEDICALLI	
7°	STEPHANIX	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 6.1, se observa que los rankings de equipos con ambas metodologías difieren entre sí, obteniendo como ganador en la metodología del Servicio de Salud del Maule al equipo SIEMENS, seguido en segundo lugar por el ITALRAY y SHIMADZU empatados y en tercer lugar por el AGFA. En cambio, con la metodología propuesta, la que utiliza AHP más el indicador económico VAC el equipo elegido sería el ITALRAY.

Al analizar los resultados se tiene la diferencia más evidente, la cual es que la metodología del SSM da una puntuación para todos los equipos, donde el que tiene el mejor puntaje es el elegido. En cambio en la metodología basada en AHP el resultado es solo el equipo ganador, el cual dentro de los que tenían mayor cumplimiento de los criterios es el que presenta el menor VAC.

El primer lugar de la metodología del SSM no es el elegido de la otra metodología, ya que si bien se encontraba en la preselección dentro de los equipos que mejor cumplían con los criterios, al hacer la selección por VAC éste no es el ganador ya que presenta mayores costos.

6.1. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad permite observar cuán sensibles son las alternativas a los cambios en las prioridades de los criterios. En este caso aprovechamos este análisis para priorizar las alternativas ante diferentes circunstancias de adquisición de un equipo, donde se priorizaría un criterio por sobre otro. Para variaciones de los criterios en un rango +-10% no se

evidencian diferencias en cuanto al orden de las alternativas por lo que se varían los criterios en mayores medidas.

6.1.1 Adquisición Urgente

En una circunstancia donde se requiere con urgencia un equipo el inversor le otorgará mayor importancia a aquellas alternativas que presenten menor tiempo de entrega del equipo. Así, se realiza el análisis de sensibilidad en esta situación comenzando con valor resultante de los evaluadores, los que le dan una importancia de un 2,8% al criterio de tiempo de entrega y se fue aumentando para ver cómo variaban los resultados de priorización.

Se aumentó a un 25% el criterio de tiempo de entrega, donde el equipo ITALRAY sigue liderando el ranking, pero la segunda y tercera prioridad se invierten, quedando en segundo lugar el equipo SIEMENS y en tercer lugar el equipo VILLA SISTEMI MEDICALI.

Luego, siguiendo con el análisis de sensibilidad se aumenta la importancia del criterio tiempo de entrega a 30%, donde pasa a liderar el equipo SIEMENS, seguido del ITALRAY y posteriormente el VILLA SISTEMI MEDICALI (Fig.6.1)

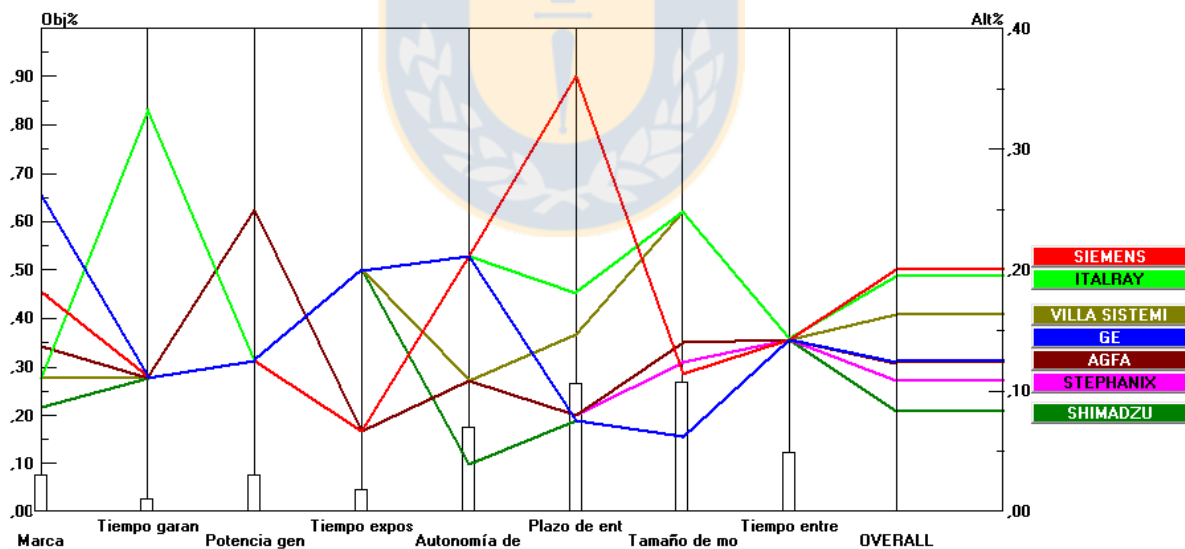


Fig.6.1 Análisis de sensibilidad al aumentar a un 30% el criterio plazo de entrega
Fuente: Expert Choice

6.1.2 Adquisición de equipo con mayor tiempo de garantía

La adquisición de equipos por lo general se realiza bajo la condición de una cierta cantidad de meses o años de garantía del equipo. Se varió el criterio de tiempo de garantía en

un 20%, el que se ve en la Fig. 6.2. Una adquisición en que se requiera una mayor cantidad de tiempo de garantía del equipo podría estar dada para ahorrarse mantenciones por posibles mantenciones correctivas por fallas de éste.

Así, luego de hacer la variación descrita anteriormente el orden de las alternativas no varía, se mantiene igual, solo se ve aumentando la ventaja de la alternativa ubicada en primer lugar en un comienzo (ITALRAY).

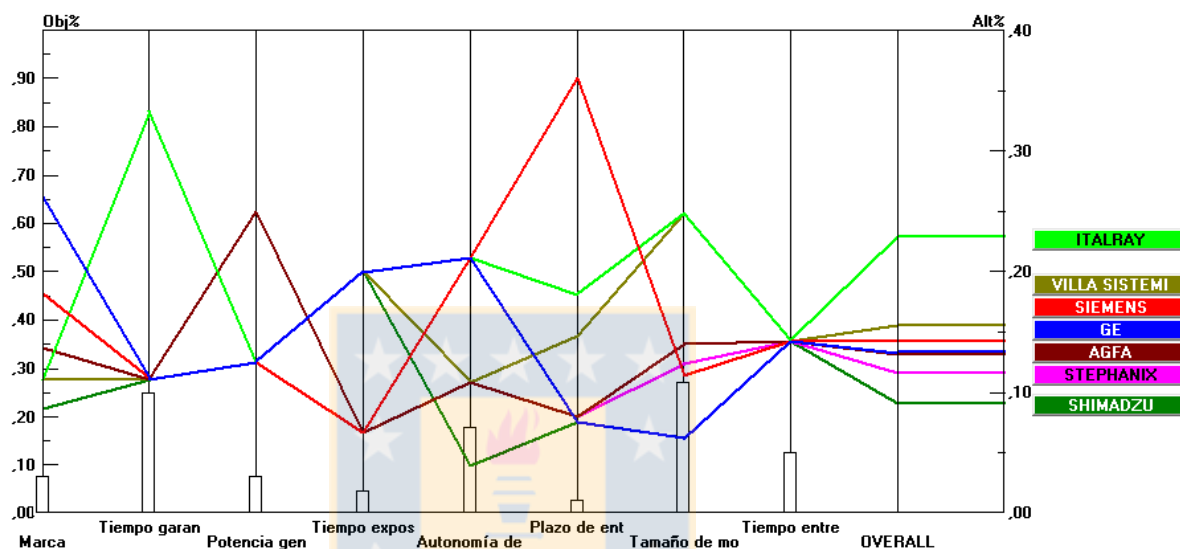


Fig.6.2 Análisis de sensibilidad al aumentar en un 20% el criterio tiempo de garantía
Fuente: Expert Choice

6.1.3 Adquisición de un equipo por la marca

La compra equipos y tecnología en general muchas veces es influenciada por la preferencia que se tiene de una marca sobre otra. En el ámbito de la salud ocurre lo mismo, en muchas situaciones los médicos están acostumbrados a utilizar ciertas marcas de equipos por lo que a la hora de adquirir un equipo se dejan llevar por la confianza que tienen en estas, más allá de las características propias del equipo. Así, se aumentó el criterio Marca en un 25%, lo que hace variar el orden de las alternativas que ocupan las mejores ubicaciones. En primer lugar con esta variación se ubica el equipo GE (antes ubicado en cuarta posición), seguido por ITALRAY y en tercer lugar SIEMENS, pasando el equipo VILLA SISTEMI MEDICALI del segundo lugar original al cuarto. Esto se aprecia en la Fig. 6.3

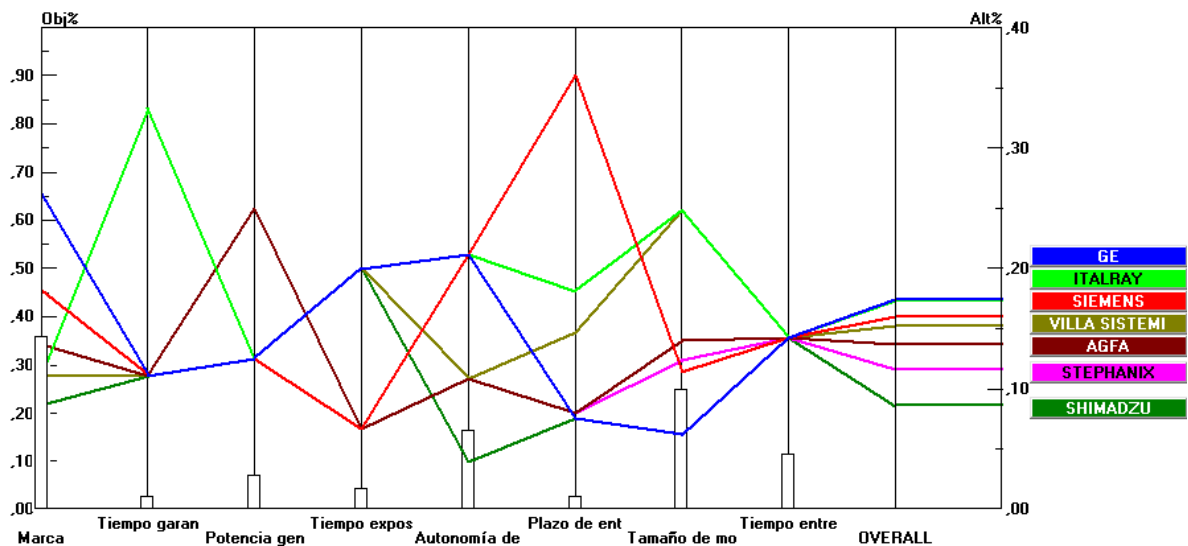


Fig.6.3 Análisis de sensibilidad al aumentar en un 25% el criterio Marca
Fuente: Expert Choice

Luego de tener los resultados se evidencian las diferencias en el ranking final. En la metodología basada en AHP los evaluadores pueden aportar sus puntajes en base a su experiencia y conocimientos previos. Además, se le da gran importancia a las características propias del equipo, como por ejemplo tamaño de monitor y duración de batería, elementos que en la metodología del SSM no son evaluados ni priorizados, esto porque se tienen ponderaciones de criterios estrictas y no modificables, donde las características propias de un equipo son dejadas de lado y se hace imposible evaluar mejor o peor un equipo a partir de éstas, teniendo una evaluación de tipo general que no considera los detalles que son de gran importancia para los evaluadores.

6.2. Mejoras a metodología del SSM

Luego de haber revisado las etapas y resultados de ambas metodologías, se plantean las siguientes mejoras a la metodología de adquisición de equipamiento médico del SSM:

- Establecer criterios y ponderaciones específicos para cada proceso de adquisición de equipamiento médico, donde se incluya la opinión de personal técnico y clínico.
- Establecer puntaje técnico mínimo de admisión. Es decir, un equipo deberá cumplir cierta puntuación para luego agregar el criterio precio y obtener el ranking final.

Capítulo 7. Conclusiones

El proceso de toma de decisiones referente a la adquisición de equipamiento médico es un tema complejo, el cual requiere de una preparación, estudio previo, inversiones en RRHH y tiempo ad hoc a la situación; junto con ello por lo general se tiene en cuenta la optimización de recursos disponibles, velando siempre por el bienestar del usuario final, en este caso el paciente.

Luego de estudiar la metodología de adquisición de equipamiento médico del SSM se puede constatar la debilidad de ésta, siendo la generalización de procesos el principal problema detectado, donde según el valor del equipo en cuestión se procede a otorgar los porcentajes a criterios que son siempre los mismos dentro de un mismo rango de precio. No existe mayor atención o preocupación en el tipo de equipo que se pretende adquirir y en la situación que se está viviendo. El equipo que obtiene la mayor puntuación es simplemente por una suma de ponderaciones netamente cuantitativas y preestablecidas.

La metodología propuesta basada en AHP permite que participen en la evaluación un número ilimitado de personas, los cuales mediante sus experiencias vividas y el conocimiento actual de la necesidad que se pretende suplir con la adquisición del equipo, logran dar un modelo único acorde a su situación, el que permite obtener como resultados el equipo que cumple en mayor medida con el uso que se le pretende dar y además gracias al indicador económico costo-efectividad VAC, dentro de los equipos que más cumplen con las especificaciones es posible elegir el que genera menos costos. Además, como el proceso se basa en AHP es posible comparar factores tangibles como intangibles.

La diferencia de tener una metodología generalizada para un gran tipo y número de equipos versus una metodología que logra adecuarse a cada equipo que se está evaluando tiene consecuencias una vez que el equipo se va a poner en marcha y va a ser utilizado, ya que son los mismos usuarios que van a hacer uso de este o van a estar ligados a este de una u otra forma los que notarán las diferencias y estarán más a gusto con el equipo que utilizarán, ya que son ellos quienes eligen en conjunto mediante suma de criterios al equipo ganador, apoyándose en su experiencia y conocimiento del tema, viendo más allá del tema cuantitativo, desencadenando, por estar la evaluación del equipo pensada en una situación en particular hacer más eficiente y eficaz la prestación del servicio a los pacientes.

Cabe señalar que la metodología de adquisición de equipos propuesta está planteada para ser llevada a cabo por un equipo de personas con conocimiento en el tipo de equipo que se quiere adquirir, porque la participación grupal puede contribuir a la validez global del resultado. Quienes tienen directa relación con un fenómeno son quienes mejor pueden ilustrar la comprensión de este, tal como se hizo en este caso donde participaron un Médico Radiólogo, un Ingeniero Civil Biomédico, un Técnico en Imagenología y un Ingeniero Electrónico; teniendo además conocimientos de la situación en la que se está haciendo la inversión, por ejemplo compra urgente, presupuesto limitado, necesidad de equipo con alta resolución de imagen, autonomía de batería, entre otros. Todos estos criterios, que en conjunto con el conocimiento de la realidad actual en la que se hace la adquisición harán posible que se pueda asignar los recursos limitados (en este caso el dinero) de acuerdo al consenso general de las necesidades, urgencia y beneficios.



Bibliografía

Banco Central de Chile. (2016). *Informe de política monetaria Marzo 2016*. Recuperado de: <http://www.bcentral.cl>

Banco Mundial. (2013). *Gasto en Salud*. Recuperado de: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SH.XPD.TOTL.ZS>

Belton V, Stewart T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Norwell: Kluwer Academic Publishers.

Cho, K., Kim, S. (2003). Selecting medical devices and materials for development in Korea: The analytic hierarchy process approach. *International Journal of Health Planning and Management*, 18 (2), 161–174.

Hede, S., Nunes, M., Varandas, P., Rocha, L. (2013). Incorporating sustainability in decision-making for medical device development. *Technology in Society*, 35, 276-293.

Hummel, J.M., van Rossum, W., Verkerke, G.J., Rakhorst, G. (2000). Medical technology assessment: The use of the analytic hierarchy process as a tool for multidisciplinary evaluation of medical devices. *International Journal of Artificial Organs*, 11, 782–787.

Kumar, R. (2013). Health economics and cost-effectiveness research with special reference to hemato-oncology. *Medical Journal Armed Forces India*, 69, 273-277.

López, J., Oliva, J., Antoñanzas, F., García-Altés, A., Gisbert, R., Mar, J., Puig-Junoy, J. (2009). Propuesta de guía para la evaluación económica aplicada a las tecnologías sanitarias. *Gac Sanit.*, 24(2), 154-170.

Muralidharan, C., Anantharaman, N., Deshmukh, S.G. (2002). A multi-criteria group decision-making model for supplier rating. *Journal of Supply Chain Management*, 38 (4), 22-33.

Muñoz, P. (2014). *Metodología de adquisición de equipamiento médico con énfasis en tecnologías de última generación*. Memoria de Título Ingeniería Civil Biomédica, Universidad de Concepción.

- Pastores, S., Halpern, N. (2000). Acquisition strategies for critical care technology. *Critical Care Clinics*, 16(4), 545-556.
- Patel, V., Kaufman, D., Arochab, J. (2002). Emerging paradigms of cognition in medical decision-making. *Journal of Biomedical Informatics*, 35, 52–75.
- Pecchia, L., Martin, J., Ragozzino, A., Vanzanella, C., Scognamiglio, A., Mirarchi, L., Morgan, S. (2013). User needs elicitation via analytic hierarchy process (AHP). A case study on a Computed Tomography (CT) scanner. *BMC Medical Informatics Decision Making*, 13, 2.
- Roche, H., Vejo, C. (2005). *Análisis multicriterio en la toma de decisiones*. Recuperado de: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>
- Rossetti, M., Selandari, F. (2001). Multi-objective analysis of hospital delivery systems. *Computers and Industrial Engineering*, 41 (3), 309–333.
- Saaty, T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1, 83-98.
- Saaty, T. (2014). *Decision Making for Leaders*. (M. Escudey, C. Garuti, E. Martínez & L. Vargas, Trans). Pittsburgh: RWS Publications. (Trabajo original publicado en 1997).
- Servicio de Salud Maule. (2012). *Manual de Procedimiento Departamento de Recursos Físicos*. Recuperado de: http://ssmaule.redsalud.gob.cl/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=4034&Itemid=111.
- Sloane, E., Liberatore, M., Nydick, R., Luo, W., Chung, Q. (2003). Using the analytic hierarchy process as a clinical engineering tool to facilitate an iterative, multidisciplinary, microeconomic health technology assessment. *Computers & Operations Research*, 30, 1447–1465.
- Sorenson, C., Kanavosa, P. (2011). Medical technology procurement in Europe: A cross-country comparison of current practice and policy. *Health Policy*, 100, 43–50
- Thokala, P., Duenas, A. (2012). Multiple criteria analysis for health technology assessment. *Value and Health*, 15, 1172-1181.

Universidad Nacional de Río Cuarto. *La decisión con apoyo cuantitativo*. Recuperado de:
<http://www.eco.unrc.edu.ar/wp-content/uploads/2010/10/M%C3%A9todo-AHP.pdf>

Willmer, J (2015). Metodología para la toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones utilizando la técnica multicriterio AHP. *Contaduría y Administración*, 60, 346-366.

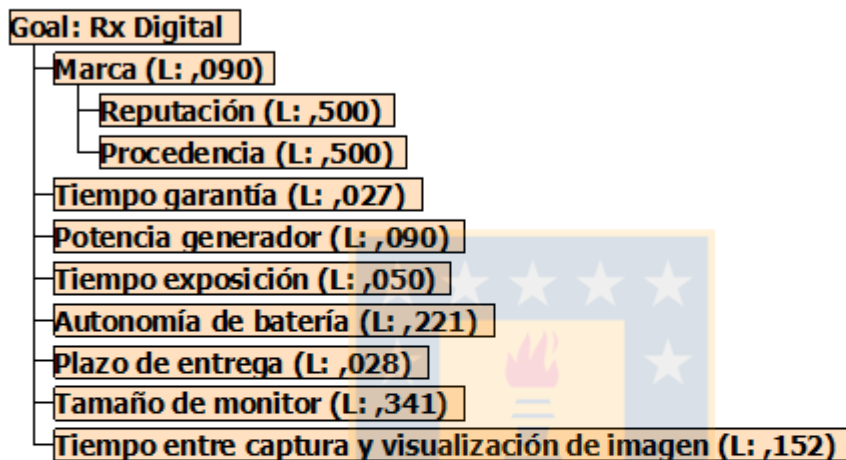


Anexo A. Matrices de comparación de ExpertChoice

A continuación se muestra el reporte obtenido del modelo en el programa ExpertChoice.

Model Name: RX EXPERT CHOICE

Treeview



Alternatives

GE	,140
SIEMENS	,151
ITALRAY	,199
AGFA	,137
VILLA SISTEMI MEDICALI	,169
STEPHANIX	,118
SHIMADZU	,086

Data Grid

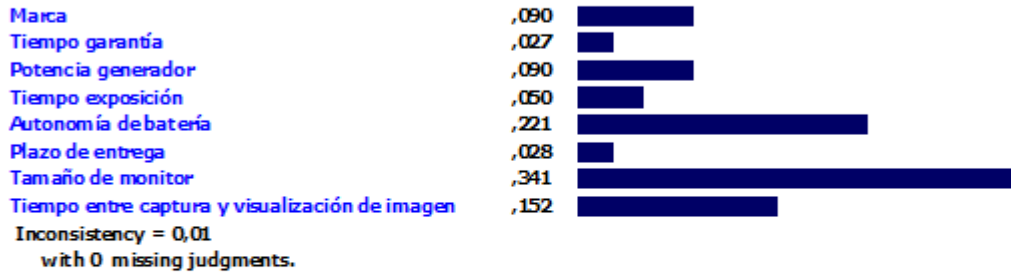
Distributive mode	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
Alternative	Marca Reputación (L: ,500)	Marca Procedencia (L: ,500)	Tiempo garantía (L: ,027)
✓GE	1,000	1,000	,333
✓SIEMENS	,561	1,000	,333
✓ITALRAY	,176	1,000	1,000
✓AGFA	,318	1,000	,333
✓VILLA SISTEMI	,176	1,000	,333
✓STEPHANIX	,176	1,000	,333
✓SHIMADZU	,330	,333	,333

Distributive mode	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
Alternative	Potencia generador (L: ,090)	Tiempo exposición (L: ,050)	Autonomía de batería (L: ,221)
✓GE	,500	1,000	1,000
✓SIEMENS	,500	,333	1,000
✓ITALRAY	,500	1,000	1,000
✓AGFA	1,000	,333	,513
✓VILLA SISTEMI	,500	1,000	,513
✓STEPHANIX	,500	,333	,513
✓SHIMADZU	,500	1,000	,185

Distributive mode	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
Alternative	Plazo de entrega (L: ,028)	Tamaño de monitor (L: ,341)	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: ,152)
✓GE	,209	,250	1,000
✓SIEMENS	1,000	,460	1,000
✓ITALRAY	,502	1,000	1,000
✓AGFA	,221	,565	1,000
✓VILLA SISTEMI	,407	1,000	1,000
✓STEPHANIX	,221	,500	1,000
✓SHIMADZU	,209	,250	1,000

Priority Graphs

Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital



Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Marca



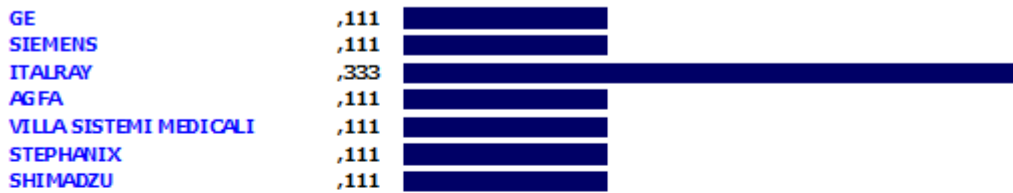
Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Marca
> Reputación



Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Marca
> Procedencia



Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Tiempo garantía



Inconsistency = 0,
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Potencia generador



Inconsistency = 0,
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Tiempo exposición



Inconsistency = 0,
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:
Goal: Rx Digital
> Autonomía de batería



Inconsistency = 0,00076
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:
 Goal: Rx Digital
 >Plazo de entrega



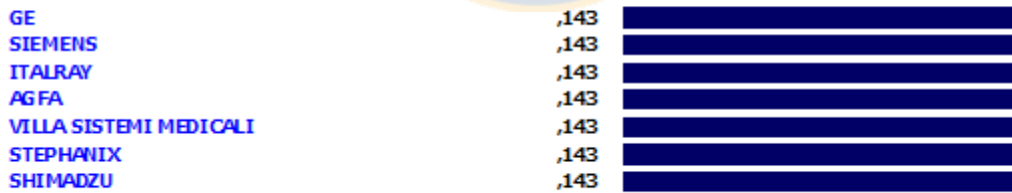
Inconsistency = 0,00959
 with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:
 Goal: Rx Digital
 >Tamaño de monitor



Inconsistency = 0,00625
 with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:
 Goal: Rx Digital
 >Tiempo entre captura y visualización de imagen



Inconsistency = 0,
 with 0 missing judgments.

Synthesis: Details

Alts	Level 1	Level 2	Prty
AGFA	Percent ...		13,7
	Percent Autonomía de batería (L: ,221)		2,4
	Autonomía de batería (L: ,221)		,024
	Percent Marca (L: ,090)		1,2
	Marca (L: ,090)	Reputació...	,005
		Proceden...	,007
	Percent Plazo de entrega (L: ,028)		0,2
	Plazo de entrega (L: ,028)		,002
	Percent Potencia generador (L: ,090)		2,3
	Potencia generador (L: ,090)		,023
	Percent Tamaño de monitor (L: ,341)		4,8
	Tamaño de monitor (L: ,341)		,048
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: ,152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: ,152)		,022
	Percent Tiempo exposición (L: ,050)		0,3
	Tiempo exposición (L: ,050)		,003
Percent Tiempo garantía (L: ,027)		0,3	
Tiempo garantía (L: ,027)		,003	
GE	Percent ...		13,9
	Percent Autonomía de batería (L: ,221)		4,7
	Autonomía de batería (L: ,221)		,047
	Percent Marca (L: ,090)		2,3
	Marca (L: ,090)	Reputació...	,016
		Proceden...	,007
	Percent Plazo de entrega (L: ,028)		0,2
	Plazo de entrega (L: ,028)		,002
	Percent Potencia generador (L: ,090)		1,1
	Potencia generador (L: ,090)		,011
	Percent Tamaño de monitor (L: ,341)		2,1
	Tamaño de monitor (L: ,341)		,021
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: ,152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: ,152)		,022
	Percent Tiempo exposición (L: ,050)		1,0
	Tiempo exposición (L: ,050)		,010
Percent Tiempo garantía (L: ,027)		0,3	

Alts	Level 1	Level 2	Prtv
GE	Tiempo qarantía (L: .027)		.003
Percent I...			20,0
	Percent Autonomía de batería (L: .221)		4,7
	Autonomía de batería (L: .221)		.047
	Percent Marca (L: .090)		1,0
	Marca (L: .090)	Reputació...	.003
		Proceden...	.007
	Percent Plazo de entrega (L: .028)		0,5
	Plazo de entrega (L: .028)		.005
	Percent Potencia generador (L: .090)		1,1
ITALRAY	Potencia generador (L: .090)		.011
	Percent Tamaño de monitor (L: .341)		8,5
	Tamaño de monitor (L: .341)		.085
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		.022
	Percent Tiempo exposición (L: .050)		1,0
	Tiempo exposición (L: .050)		.010
	Percent Tiempo qarantía (L: .027)		0,9
	Tiempo qarantía (L: .027)		.009
Percent ...			8,5
	Percent Autonomía de batería (L: .221)		0,9
	Autonomía de batería (L: .221)		.009
	Percent Marca (L: .090)		0,7
	Marca (L: .090)	Reputació...	.005
		Proceden...	.002
	Percent Plazo de entrega (L: .028)		0,2
	Plazo de entrega (L: .028)		.002
	Percent Potencia generador (L: .090)		1,1
SHIMAD...	Potencia generador (L: .090)		.011
	Percent Tamaño de monitor (L: .341)		2,1
	Tamaño de monitor (L: .341)		.021
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		.022
	Percent Tiempo exposición (L: .050)		1,0
	Tiempo exposición (L: .050)		.010
	Percent Tiempo qarantía (L: .027)		0,3
	Tiempo qarantía (L: .027)		.003
Percent ...			15,1
	Percent Autonomía de batería (L: .221)		4,7
	Autonomía de batería (L: .221)		.047
	Percent Marca (L: .090)		1,6
	Marca (L: .090)	Reputació...	.009
		Proceden...	.007
	Percent Plazo de entrega (L: .028)		1,0
	Plazo de entrega (L: .028)		.010
	Percent Potencia generador (L: .090)		1,1
SIEMENS	Potencia generador (L: .090)		.011
	Percent Tamaño de monitor (L: .341)		3,9
	Tamaño de monitor (L: .341)		.039
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		.022
	Percent Tiempo exposición (L: .050)		0,3
	Tiempo exposición (L: .050)		.003
	Percent Tiempo qarantía (L: .027)		0,3
	Tiempo qarantía (L: .027)		.003
Percent ...			11,7
STEPHA...	Percent Autonomía de batería (L: .221)		2,4

thammasat, thammasat university

Alts	Level 1	Level 2	Prtv
STEPHA...	Autonomía de batería (L: .221)		.024
	Percent Marca (L: .090)		1,0
	Marca (L: .090)	Reputació...	.003
		Proceden...	.007
	Percent Plazo de entrega (L: .028)		0,2
	Plazo de entrega (L: .028)		.002
	Percent Potencia generador (L: .090)		1,1
	Potencia generador (L: .090)		.011
	Percent Tamaño de monitor (L: .341)		4,2
	Tamaño de monitor (L: .341)		.042
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		.022
	Percent Tiempo exposición (L: .050)		0,3
	Tiempo exposición (L: .050)		.003
	Percent Tiempo garantía (L: .027)		0,3
Tiempo garantía (L: .027)		.003	
Percent ...		17,0	
VILLA SI...	Percent Autonomía de batería (L: .221)		2,4
	Autonomía de batería (L: .221)		.024
	Percent Marca (L: .090)		1,0
	Marca (L: .090)	Reputació...	.003
		Proceden...	.007
	Percent Plazo de entrega (L: .028)		0,4
	Plazo de entrega (L: .028)		.004
	Percent Potencia generador (L: .090)		1,1
	Potencia generador (L: .090)		.011
	Percent Tamaño de monitor (L: .341)		8,5
	Tamaño de monitor (L: .341)		.085
	Percent Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		2,2
	Tiempo entre captura y visualización de imagen (L: .152)		.022
	Percent Tiempo exposición (L: .050)		1,0
	Tiempo exposición (L: .050)		.010
Percent Tiempo garantía (L: .027)		0,3	
Tiempo garantía (L: .027)		.003	

Compare the relative importance with respect to: Goal: Rx Digital

Circle one number per row below using the scale:

1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo garantía
2	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Potencia generador
3	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo exposición
4	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Autonomía de baterí
5	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Plazo de entrega
6	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tamaño de monitor
7	Marca	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur
8	Tiempo garantía	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Potencia generador
9	Tiempo garantía	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo exposición
10	Tiempo garantía	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Autonomía de baterí
11	Tiempo garantía	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Plazo de entrega
12	Tiempo garantía	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tamaño de monitor

13	Tiempo garantía	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur
14	Potencia generador	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo exposición
15	Potencia generador	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Autonomía de baterí
16	Potencia generador	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Plazo de entrega
17	Potencia generador	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tamaño de monitor
18	Potencia generador	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur
19	Tiempo exposición	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Autonomía de baterí
20	Tiempo exposición	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Plazo de entrega
21	Tiempo exposición	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tamaño de monitor
22	Tiempo exposición	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur
23	Autonomía de baterí	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Plazo de entrega
24	Autonomía de baterí	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tamaño de monitor
25	Autonomía de baterí	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur
26	Plazo de entrega	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tamaño de monitor
27	Plazo de entrega	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur
28	Tamaño de monitor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tiempo entre captur



Anexo B. Flujos de caja de equipos en evaluación

Equipo Rx GE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	105616100								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía			2349177	2419652,31	2492241,88	2567009,14	2644019,41	2723339,99	
Ingresos									
Flujo Neto	-105616100	0	0	-2349177	-2419652,31	-2492241,88	-2567009,14	-2644019,41	-2723339,99
VAC	\$ 118.007.245,01								

Equipo Rx SIEMENS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	109702768								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía			3826476	3941270,28	4056064,56	4170858,84	4285653,12	4400447,4	
Ingresos									
Flujo Neto	-109702768	0	0	-3826476	-3941270,28	-4056064,56	-4170858,84	-4285653,12	-4400447,4
VAC	\$ 129.834.259,51								

Equipo Rx ITALRAY

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	105587066								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía				1655940	1705618,2	1756786,75	1809490,35	1863775,06	
Ingresos									
Flujo Neto	-105587066	0	0	0	-1655940	-1705618,2	-1756786,75	-1809490,35	-1863775,06
VAC	\$ 112.968.306,69								

Equipo Rx AGFA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	100766096								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía			7802990	8037079,7	8278192,09	8526537,85	8782333,99	9045804,01	
Ingresos									
Flujo Neto	-100766096	0	0	-7802990	-8037079,7	-8278192,09	-8526537,85	-8782333,99	-9045804,01
VAC	\$ 141.924.331,69								

Equipo Rx VILLA SISTEMIS MEDICALLI

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	128520000								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía				3604050	3712171,5	3823536,65	3938242,74	4056390,03	4178081,73
Ingresos									
Flujo Neto	-128520000	0	0	-3604050	-3712171,5	-3823536,65	-3938242,74	-4056390,03	-4178081,73
VAC	\$ 147.530.192,16								

Equipo Rx STEPHANIX

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	120957550								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía				3582852	3690337,56	3801047,69	3915079,12	4032531,49	4153507,44
Ingresos									
Flujo Neto	-120957550	0	0	-3582852	-3690337,56	-3801047,69	-3915079,12	-4032531,49	-4153507,44
VAC	\$ 139.855.929,60								

Equipo Rx SHIMAZDU

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	96390000								
Mantenimiento preventiva									
Mantenimiento correctiva post Garantía				2239283	2306461,49	2375655,33	2446924,99	2520332,74	2595942,73
Ingresos									
Flujo Neto	-96390000	0	0	-2239283	-2306461,49	-2375655,33	-2446924,99	-2520332,74	-2595942,73
VAC	\$ 108.201.489,89								

Anexo C. Evaluación con metodología SSM

	5%	Presencia Marca		10%	Servicio Técnico	
MARCA	Base Inst.	Ptos	POND.	Propio/Externo	Ptos	POND.
General Electric	0	0,0	0,00	0	0,0	0,00
Siemens	2	10,0	0,50	10	10,0	1,00
ITAL RAY	0	0,0	0,00	10	10,0	1,00
AGFA Healthcare	0	0,0	0,00	10	10,0	1,00
Villa SistemiMedicali	1	5,0	0,25	10	10,0	1,00
Stephanix	0	0,0	0,00	0	0,0	0,00
Shimadzu	2	10,0	0,50	10	10,0	1,00

	20%	Servicio Post Venta						
	70%	Garantía		30%	Tiempo Respuesta		Total S. post. Vta.	
MARCA	Meses	Ptos	POND.	Hrs.	Ptos	POND.	Tot. Ptos	POND.
General Electric	24	4,0	4,0	48	5,00	1,5	5,5	1,1
Siemens	24	4,0	2,8	NA	0,00	0,0	2,8	0,6
ITAL RAY	60	10,0	7,0	24	10,00	3,0	10,0	2,0
AGFA Healthcare	24	4,0	2,8	NA	0,00	0,0	2,8	0,6
Villa SistemiMedicali	25	4,2	2,9	NA	0,00	0,0	2,9	0,6
Stephanix	26	4,3	3,0	NA	0,00	0,0	3,0	0,6
Shimadzu	25	4,2	2,9	NA	0,00	0,0	2,9	0,6

	65%	Satisfacción Usuaría						
	10%	S. Externa		90%	S. Interna		Total S. Usuaría	
MARCA	Certif.	Ptos	POND.	Encsta	Ptos	POND.	Tot. Ptos	POND.
General Electric	2	10,0	1,0	7,31	8,0	7,2	8,2	5,3
Siemens	0	0,0	0,0	9,19	10,0	9,0	9,0	5,9
ITAL RAY	0	0,0	0,0	6,68	7,3	6,5	6,5	4,3
AGFA Healthcare	2	10,0	1,0	7,46	8,1	7,3	8,3	5,4
Villa SistemiMedicali	1	5,0	0,5	5,15	5,6	5,0	5,5	3,6
Stephanix	0	0,0	0,0	7,22	7,9	7,1	7,1	4,6
Shimadzu	2	10,0	1,0	6,21	6,8	6,1	7,1	4,6

MARCA	PUNTAJE TECNICO TOTAL
General Electric	6,4
Siemens	7,9
ITAL RAY	7,3
AGFA Healthcare	7,0
Villa SistemiMedicali	5,4
Stephanix	5,2
Shimadzu	6,7

	CRITERIOS DE EVALUACION											
	52%		3%	C. Discapacitados		20%	Plazo de entrega		25%	Criterio Económico		Pje total
MARCA	Ptos	POND	SI/NO	Ptos	POND	Dias corridos	Ptos	POND	Precio	Ptos	POND	
General Electric	6,40	3,3	NO	0,0	0,0	90	2,8	0,6	\$ 105.616.100	9,1	2,3	6,2
Siemens	7,91	4,1	NO	0,0	0,0	25	10	2,0	\$ 109.702.768	8,8	2,2	8,3
ITAL RAY	7,25	3,8	NO	0,0	0,0	60	4,2	0,8	\$ 105.587.066	9,1	2,3	6,9
AGFA Healthcare	6,96	3,6	NO	0,0	0,0	90	2,8	0,6	\$ 100.766.096	9,6	2,4	6,6
Villa SistemiMedicali	5,44	2,8	NO	0,0	0,0	45	5,6	1,1	\$ 128.520.000	7,5	1,9	5,8
Stephanix	5,20	2,7	SI	10	0,3	90	2,8	0,6	\$ 120.957.550	8,0	2,0	5,6
Shimadzu	6,69	3,5	SI	10	0,3	80	3,1	0,6	\$ 96.390.000	10	2,5	6,9