



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **METODOLOGÍA PARA MEDIR Y EVALUAR LAS CAPACIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD BAJO UN ENFOQUE DE LÓGICA DIFUSA**

**Juan Carlos Botero Morales**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas – Escuela Ingeniería de la Organización  
Medellín, Colombia

2013



# **METODOLOGÍA PARA MEDIR Y EVALUAR LAS CAPACIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD BAJO UN ENFOQUE DE LÓGICA DIFUSA**

**Juan Carlos Botero Morales**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería Administrativa**

Director (a):

Ph.D. Jorge Robledo Velásquez

Línea de Investigación:

Innovación y Gestión Tecnológica

Grupo de Investigación:

Innovación y Gestión Tecnológica

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas – Escuela Ingeniería de la Organización

Medellín, Colombia

2013



*A mi madre*

*A mi padre que como un faro ilumina mi  
camino desde donde se encuentre.*



## **Agradecimientos**

Al profesor Jorge Robledo Velásquez, profesor de la Universidad Nacional de Colombia, director de este trabajo, por su disponibilidad y grandes aportes para el desarrollo de este.

Al Ingeniero Diego Cuartas Ramírez, uno de los expertos, por su contribución a partir de la experiencia y conocimiento de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud.

Al médico Alvaro Quintero Posada, otro de los expertos, por su paciencia y contribución a partir de la experiencia y conocimiento de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, en el desarrollo de este trabajo en el Hospital General de Medellín.

Al comité de gerencia y al comité de investigaciones del Hospital General de Medellín, por permitir el desarrollo de este trabajo en esa gran institución.



## Resumen

El sector servicios en general ha tenido relevancia en los últimos años dada su contribución al desarrollo económico; particularmente respecto a los servicios de salud destacan en la literatura modelos que permiten entender las interacciones entre los agentes que conforman tal sector, así como estudiar la innovación en instituciones prestadoras de servicios de salud. No se han encontrado trabajos que presenten metodologías aplicadas a la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en las IPS, que permitan un diagnóstico del estado de tales capacidades y que contribuyan al proceso de toma de decisiones estratégicas para el mejoramiento de la calidad de los servicios prestados. El propósito del presente trabajo es contribuir al desarrollo de tales metodologías, proponiendo una metodología que combina el análisis jerárquico con la ponderación lineal en ambos casos bajo un enfoque difuso para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en IPS.

**Palabras clave: análisis jerárquico, ponderación lineal, lógica difusa, capacidades de innovación tecnológica, instituciones prestadoras de servicios de salud**

## Abstract

The sector services in general has had relevancy in the last years given his contribution to the economic development; particularly with regard to the services of health stand out in the literature models who allow to understand the interactions between the agents who shape such a sector, as well as to study the innovation in hospitals. Have not found works that present methodologies applied to the evaluation of capacities of technological innovation in the hospitals, which allow a diagnosis of the condition of such capacities and which they contribute to the process of capture of strategic decisions to the improvement

of the quality of the given services. The intention of the present work is to contribute to the development of such methodologies, proposing a methodology that combines the hierarchic analysis with the linear weighting in both cases under a diffuse approach for the evaluation of technological innovation capabilities in hospitals

**Keywords: hierarchic analysis, linear weighting, fuzzy logic, technological innovation capabilities, hospitals.**

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>3</b>
1.1 Justificación .....	4
1.2 Objetivos .....	6
1.2.1 Objetivo General .....	6
1.2.2 Objetivos Específicos .....	7
<b>2. Marco Teórico</b> .....	<b>9</b>
2.1 Innovación en organizaciones hospitalarias .....	9
2.2 Capacidades de innovación tecnológica .....	13
2.3 Modelo 7S .....	16
2.4 Lógica difusa .....	18
2.4.1 Metodología AHP extendida con lógica difusa .....	19
<b>3. Metodología</b> .....	<b>25</b>
<b>4. Modelo Propuesto y Resultados</b> .....	<b>27</b>
4.1 Modelo propuesto .....	27
4.2 Primera prueba de escritorio .....	28
4.3 Segunda prueba de escritorio .....	33
4.4 Tercera prueba de escritorio .....	35
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>41</b>
5.1 Conclusiones .....	41
5.2 Recomendaciones .....	42
5.3 Trabajos Futuros .....	42
<b>A. Anexo: Variables planteadas para la tercera prueba de escritorio</b> .....	<b>45</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>53</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1-1: Evolución de la importancia relativa de los sectores económicos en la economía de EE UU	4
Figura 1-2: Estructura de la población ocupada total por sector de actividad económica	5
Figura 1-3: Indicadores Gasto en Salud para Colombia 1993 - 2003	5
Figura 2-1: Modelo 7S	17
Figura 2-2: Intersección entre $M_1$ y $M_2$	22
Figura 4-1: Modelo organización hospitalaria propuesto	27
Figura 4-2: Árbol Jerárquico propuesto para el FAHP	28
Figura 4-3: Formulario para comparar el nivel de importancia de categorías 7S	31
Figura 4-4: Formulario para comparar el nivel de importancia de criterios	31
Figura 4-5: Formulario para comparar el nivel de contribución de criterios	32
Figura 4-6: Resultado Final evaluación CIT – prueba 1	33
Figura 4-7: Resultado Final evaluación CIT – prueba 2	34
Figura 4-8: Formulario para comparar CIT	35
Figura 4-9: Priorización de CIT – prueba 3	36
Figura 4-10: Números Triangulares Difusos para variables – prueba 3	36
Figura 4-11: Evaluación de CIT – prueba 3	38

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 0-1:</b> Etiquetas lingüísticas y números difusos triangulares	44
<b>Tabla 0-2:</b> Resumen evaluación CIT – prueba 3	51
<b>Tabla 0-3:</b> Resumen Pruebas de escritorio	53
<b>Tabla 0-4:</b> Comparación metodologías implementadas	54



# Introducción

En Colombia, el sector de los servicios de salud ha sufrido un cambio sustancial en torno a la calidad en el desarrollo de su operación, con el fin de alcanzar los niveles de eficiencia y competitividad exigidos por el Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad en Salud (SOGCS) y por el mercado; esa necesidad lo ha llevado a centrar sus actividades en las regulaciones legales como la habilitación y la tecnovigilancia, entre otras, así como en los procesos de acreditación y certificación a nivel nacional e internacional con el fin de alcanzar altos estándares

En el VIII Congreso Iberoamericano de indicadores de Ciencia y Tecnología, organizado por la organización panamericana de la salud (OPS/OMS) se presentó el informe Innovación para la salud en las Américas en el que se resalta algunas debilidades o barreras para la innovación entre las que resalta: la no existencia de sistemas de monitoreo y seguimiento de las capacidades de I+D+i que permitan evaluar las condiciones en cada país y a nivel regional. De igual manera se presenta la Estrategia Global y Plan de Acción sobre Salud Pública, Innovación y Propiedad Intelectual diseñada para promover innovación, crear capacidades, mejorar el acceso, entre los ocho elementos que contienen destacan: la promoción de actividades de investigación y desarrollo y la creación de capacidad de innovación y mejora de la misma.

Este trabajo de grado plantea una metodología para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en las instituciones prestadoras de servicios de salud haciendo uso en una primera prueba el proceso de análisis jerárquico difuso y al final en una tercera prueba combinando análisis jerárquico con ponderación lineal ambos desde un enfoque difuso; proponiéndose con esto obtener un diagnóstico de las capacidades de innovación tecnológica que permita orientar acciones estratégicas en las IPS.

El trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos: un planteamiento del problema, marco teórico sobre la temática a abordar, metodología y resultados; al final se incluye las conclusiones y recomendaciones como la propuesta de trabajos futuros.

Para el desarrollo del trabajo se implementaron los instrumentos necesarios con los cálculos requeridos para la evaluación en una hoja de electrónica Microsoft Excel con el fin de facilitar la evaluación.

Para la aplicación de las pruebas de escritorio con los instrumentos de evaluación propuestos se contó con el apoyo del Hospital General de Medellín.

# 1.Planteamiento del problema

En consulta realizada por la Organización Panamericana de la Salud (2010) a expertos y otros actores relevantes en investigación y desarrollo en salud, se plantearon premisas como, entre otras, discutir los elementos de la Estrategia Global y Plan de Acción sobre Salud Pública, Innovación y Propiedad Intelectual en el contexto de la Región de las Américas e identificar fortalezas y debilidades nivel nacional, subregional y regional, que pudiesen influir en la ejecución de dichos elementos. Entre las barreras (debilidades) para la innovación en salud identificada en tal consulta, se tienen:

- Falta de sistemas articulados de I+D+i, esto constituye un obstáculo para la promoción de la innovación en salud.
- Desconocimiento del estado de situación del sistema o componentes del sistema en muchos de los países de las Américas.
- La no existencia de sistemas de monitoreo y seguimiento de las capacidades de I+D+i que permitan evaluar las condiciones en cada país y a nivel regional.

El problema que se busca abordar en este trabajo de grado se plantea de la siguiente manera:

¿Es posible desarrollar una metodología viable de evaluación de capacidades de innovación tecnológica para instituciones prestadoras de servicios de salud locales, aplicando lógica difusa?

La orientación de la literatura revisada en cuanto a la innovación en los servicios de salud destacan modelos que permiten entender la interacciones entre los agentes que conforman dicho sector y estudiar la innovación en organizaciones complejas como son los hospitales, sin embargo, no se ha encontrado en los trabajos revisados herramientas metodológicas que evalúen o traten de medir las capacidades de innovación tecnológica y que permitan un diagnóstico del estado de las capacidades de innovación tecnológica en

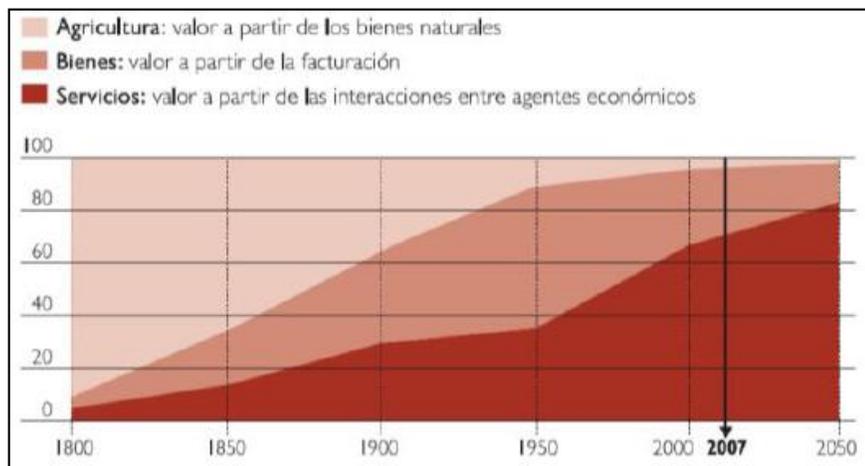
instituciones prestadoras de servicios de salud con el objeto de orientar las decisiones estratégicas.

## 1.1 Justificación

El sector servicios destaca su importancia ya que este representa más de la mitad de la renta de los países desarrollados, dos tercios del PIB (García Sánchez & Molero Zayas, 2008) así su contribución al desarrollo económico es relevante.

En la Figura 1-1 puede observarse la evolución de la importancia del sector servicios en la economía estadounidense, la cual ha sido creciente en comparación con los sectores agricultura y bienes, mostrándose en el 2007 con la mayor participación entre los tres sectores comparados

**Figura 1-1:** Evolución de la importancia relativa de los sectores económicos en la economía de EE UU



Fuente: (Martínez & Lázaro, 2007)

En América Latina para el caso de la variable población ocupada por sector de actividad, puede verse en la Figura 1-2, como en el sector servicios este indicador es mayor que en los sectores agricultura e industria y se encuentra por encima del 40%

**Figura 1-2:** Estructura de la población ocupada total por sector de actividad económica

(Porcentaje de la población ocupada total / Percentage of total employed population)

País	Agricultura / Agriculture <sup>b</sup>			Industria / Industry <sup>b</sup>			Servicios / Services <sup>b</sup>			Country
	2000	2005	2009	2000	2005	2009	2000	2005	2009	
Bolivia (Estado Plurinacional de)	36.8	32.3	33.2	19.5	21.6	20.5	43.7	46.0	46.4	Bolivia (Plurinational State of)
Brasil	19.7	19.7	16.5	20.3	21.6	22.3	60.0	58.7	61.2	Brazil
Chile	13.0	12.5	11.4	24.5	25.0	21.8	62.5	62.5	66.8	Chile
Colombia	22.0	20.3 <sup>a</sup>	18.3 <sup>a</sup>	19.0	20.2 <sup>a</sup>	19.9 <sup>a</sup>	59.0	59.6 <sup>a</sup>	61.8 <sup>a</sup>	Colombia
Costa Rica	16.9	15.0	11.8	22.6	21.6	20.0	60.5	63.4	68.3	Costa Rica
Ecuador	28.5	30.3	28.5	20.1	17.6	18.8	51.4	52.1	52.6	Ecuador
El Salvador	20.7	17.8	21.3	24.4	23.3	20.5	54.9	58.9	58.2	El Salvador
Guatemala	36.5	36.2	30.6	20.5	20.2	23.8	43.0	43.7	45.6	Guatemala
Honduras	34.0	37.4	33.2	22.4	21.5	22.7	43.6	41.2	44.1	Honduras
México	17.5	13.9	13.2	28.3	25.7	25.7	54.2	60.4	61.0	Mexico
Nicaragua	33.7	33.6	...	18.3	19.7	...	49.3	46.6	...	Nicaragua
Panamá	17.0	19.3	18.0	17.4	17.0	19.2	65.7	63.7	62.8	Panama
Paraguay	30.8	31.1	27.9	17.4	16.1	17.7	51.9	52.8	54.4	Paraguay
Perú	32.0	32.4	32.4 <sup>a</sup>	14.0	16.0	16.3 <sup>a</sup>	54.0	51.6	51.3 <sup>a</sup>	Peru
República Dominicana	15.9	14.7	14.7	23.8	22.5	17.9	60.2	62.8	67.4	Dominican Republic
Uruguay	...	11.0	11.2	...	21.9	21.0	...	67.2	67.9	Uruguay
Venezuela (República Bolivariana de)	10.6	9.7	8.5	22.8	20.8	23.0	66.6	69.5	68.5	Venezuela (Bolivarian Republic of)

<sup>a</sup> Los datos se refieren al año más cercano al que encabeza la columna.  
<sup>b</sup> De acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU), Rev. 2.  
<sup>c</sup> A partir de 2002 el diseño muestral de la encuesta hace que las cifras para las zonas urbanas y rurales no sean estrictamente comparables con las de años anteriores.  
<sup>d</sup> Las cifras de 2005 a 2009 se refieren al año completo. Estos valores no son comparables con los de años anteriores debido al cambio del marco muestral de la encuesta de hogares.  
<sup>e</sup> Data refers to the year nearest to the one heading the column.  
<sup>f</sup> In accordance with the International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev. 2.  
<sup>g</sup> Since 2002, the figures are not strictly comparable with previous years in urban and rural areas because of the survey's sample design.  
<sup>h</sup> The figures for 2005 to 2009 refer to the whole year. These figures are not comparable with those given for previous years owing to changes in the household survey sample framework.

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, 2010)

En Colombia, el gasto total en salud / PIB en el 2003 alcanzó el 7.8% como lo muestra la Figura 1-3, cabe anotar que en este trabajo se propone estudiar las instituciones prestadoras de servicios de salud

**Figura 1-3:** Indicadores Gasto en Salud para Colombia 1993 - 2003

(Porcentajes)

Indicadores	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
% Gasto total en salud / PIB	5,2	5,8	7,8	8,8	9,0	9,8	9,8	7,7	7,7	7,0	7,8
% Gasto público total en salud / PIB	1,4	2,1	2,4	3,2	3,4	3,8	3,4	3,2	3,0	3,2	3,1
% Gasto seguridad social en salud / PIB	1,6	1,6	1,9	2,5	2,8	3,4	3,7	3,0	3,2	3,0	3,5
% Gasto privado en salud / PIB	3,8	3,2	5,0	5,1	5,1	2,6	2,2	1,6	1,6	1,8	1,2
% Gasto de bolsillo / PIB	2,7	2,7	2,6	2,6	2,9	2,1	1,6	0,9	0,9	0,8	0,6
% Gasto público total en salud / CTS	21,9	20,8	21,9	26,2	25,2	26,7	26,6	41,0	38,8	42,8	39,6
% Gasto seguridad social en salud (R.C.) / CTS	25,7	22,8	25,7	28,6	29,7	36,2	39,7	39,4	41,6	39,9	44,6
% Gasto total SSS (R.C.+R.S.) / CTS	35,7	33,8	38,9	38,9	36,1	44,8	48,2	48,7	53,0	50,6	55,6
% Gasto privado en salud / CTS	62,8	46,8	41,4	35,2	35,1	28,1	28,7	19,1	19,9	17,8	15,9
% Gasto de bolsillo / CTS	48,7	39,6	35,0	30,1	30,2	22,0	17,2	11,2	11,7	10,0	7,8
% CTS/SGSSS / CTS	44,2	44,8	60,6	67,6	68,4	66,4	69,1	70,9	70,9	70,2	76,0
% Régimen contributivo (R.C.) / CTS/SGSSS			60,9	49,7	60,9	55,8	57,1	64,0	66,9	65,8	68,6
% Régimen subsidiado (R.S.) / CTS/SGSSS			6,4	7,6	11,0	13,1	12,4	12,9	16,1	17,6	14,6
% Subsidiado e la oferta (S.O.) / CTS/SGSSS			43,7	43,8	38,1	31,6	30,2	33,1	27,1	27,8	26,9
Gasto por cápita:											
En pesos corrientes	97.979	121.473	160.847	225.221	290.866	320.678	340.214	316.894	335.029	361.641	392.671
En pesos constantes (2000=100)	258.717	287.991	319.208	367.448	403.147	380.934	369.991	316.894	312.906	305.824	300.074
En dólares corrientes	112	147	176	217	268	228	191	182	146	140	156
En dólares constantes (2000=100)	102	131	134	142	117	106	107	132	146	131	111

Fuente: (Barón, 2007)

La gestión de las capacidades de innovación tecnológica en las instituciones prestadoras de servicios de salud, puede conducir a mejorar la calidad de los servicios prestados, la

eficiencia en el uso de los recursos, impactar los niveles de salud, mejorar la cobertura y la adaptación al cambiante entorno. Esto acorde con la necesidad de las IPS por desarrollar características empresariales que les permita competir en el mercado a través de la eficiencia en el manejo de los recursos y la oferta de los servicios de salud prestados que satisfagan con las necesidades de los pacientes (usuarios) posibilitando el aumento de las utilidades y la auto-sostenibilidad. (García, 2007)

La gobernabilidad clínica es un enfoque dirigido a la mejora y garantía de la calidad en las instituciones prestadoras de servicios de salud y está relacionada con la cultura del cambio organizacional en la cual la calidad impregne todos los aspectos relacionados con la calidad del servicio, uno de los factores relacionados con la gobernabilidad clínica es la innovación (Del Llano, Martínez Cantarero, Gol, & Raigada, 2002) y es en este punto donde la evaluación de las capacidades de innovación tecnológica del hospital puede orientar procesos de mejoramiento de la calidad de los servicios prestados por estas instituciones.

El sistema de gestión estratégica de cualquier organización requiere de instrumentos para realizar mediciones periódicas cuyo propósito es la evaluación del logro de los objetivos estratégicos planteados y realizar seguimiento a la gestión de la organización; cuando estos instrumentos incluyen variables subjetivas o cualitativas se pueden presentar dificultades que pueden ser resultas abordándolas desde el enfoque de la lógica difusa.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar una metodología de medición y evaluación de las capacidades de innovación tecnológica basada en lógica difusa, cuya aplicación sea viable en instituciones prestadoras de servicios de salud locales.

---

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar referentes conceptuales e instrumentos utilizados para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica y analizar su aplicabilidad en organizaciones prestadoras de servicios de salud
- Revisar el marco teórico asociado a la lógica difusa y su aplicabilidad a las mediciones de este tipo
- Plantear una metodología para la evaluación y medición de las capacidades de innovación tecnológica en organizaciones prestadoras de servicios de salud, con fundamento en lógica difusa
- Validar preliminarmente la metodología y realizar los ajustes pertinentes



## 2.Marco Teórico

A continuación se presentan algunos referentes conceptuales necesarios para el planteamiento del modelo a desarrollar para la evaluación de las capacidades de innovación tecnológica en instituciones prestadoras de servicios de salud.

### 2.1 Innovación en organizaciones hospitalarias

En primer lugar es pertinente delimitar el concepto de innovación, de acuerdo con OCDE (2005) la innovación consiste en la introducción de un nuevo o significativamente mejorado bien o servicio, proceso, método de comercialización, método organizativo en las prácticas de la organización, su lugar de trabajo o relaciones externas.

Los servicios se entienden como aquella actividad productiva que introduce una solución a un problema sin que suponga la provisión de un bien (Gadrey, Gallouj y Weinstein, 1995, citados por Garcia & Molero, 2008). Esta definición le da al sector servicios un carácter intangible e intensivo en conocimientos

La Organización Mundial de la Salud – OMS (2006) define la salud como

*...estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades.*

*El goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política, condición económica o social.*

*La salud de todos los pueblos es una condición fundamental para lograr la paz y la seguridad, y depende de la más amplia cooperación de las personas y de los Estados. (p1)*

En Colombia con la promulgación de la Ley 100 de 1993, se da respuesta a la constitución política de 1991 especialmente a los artículos 48 y 49, donde se tienen entre otros las siguientes características para el sistema de seguridad social: (Gonzalez, Moreno & Castro, 2009)

- La atención en salud concebida como servicio público
- La seguridad social como derecho irrenunciable y como servicio público y mecanismo para acceder a la salud
- El principio de universalidad que garantiza el acceso a un paquete básico de atención en salud a los habitantes del territorio colombiano
- La participación de los particulares en la gestión de los servicios salud
- El principio de eficiencia, por el cual el Estado debe afinar las herramientas de focalización y los instrumentos de asignación de subsidios para la población más desprotegida.
- El principio de solidaridad enmarcado en la justicia distributiva como rector del sistema, en el cual la población con capacidad de pago comparta con la que no posee capacidad de pago y no solo en el sentido financiero sino en la manifestación solidaria entre sanos y enfermos

Con la Ley 100 de 1993 se crea entonces el régimen contributivo, subsidiado y de transición, se diseñó un plan de beneficios básicos que cubre a todos los habitantes del territorio nacional y abarca promoción y prevención de la salud, control de riesgo epidemiológico, vigilancia epidemiológica y atención de enfermedades de interés de salud pública (Gonzalez, Moreno & Castro, 2009).

Es así como se identifican los actores principales en el sector salud: los pacientes o usuarios del sistema, las organizaciones prestadoras del servicio de salud (públicas o privadas) y entidades gubernamentales que trazan las políticas.

La importancia de la innovación tanto en la industria manufacturera como en los servicios, es ampliamente reconocido por diferentes autores ((Gallouj & Weinstein, 1997; Hauknes, 1998; Sundbo, 1997, citado por de Vries, 2006). Sin embargo, Los estudios sobre la

innovación se han enfocado principalmente en la innovación manufacturera, los estudios sobre innovación en servicios son nuevos y se han agrupado en tres categorías: asimilación, demarcación y síntesis, descritas a continuación (Coombs and Miles, 2000; Drejer, 2004; Gallouj, 1998, citado por de Vries, 2006).

- Enfoque de asimilación, que considera como similar a los servicios de fabricación.
- Criterio de demarcación, que argumenta que la innovación de los servicios es muy diferente a innovación en la industria, a raíz de la dinámica y la visualización de las características que requieren nuevas teorías e instrumentos.
- Planteamiento de síntesis, lo que sugiere que la innovación de servicios aporta a la vanguardia hasta ahora desatendidas elementos de innovación que son de importancia para la fabricación, así como los servicios

La innovación en los hospitales es desestimada y en algunos casos completamente desconocida (Djella & Gallouj, 2005), estos autores a través de una revisión de la literatura sobre el estudio de la innovación en los hospitales encontraron que esta se divide en las siguientes categorías:

- Hospital como una función de producción.  $H = g(m)$ ,

Bajo esta categoría se considera al hospital como una empresa productora (producto es salud) en donde los factores de producción están relacionados con la atención médica, de esta manera “H” denota productos de salud y “m” atención médica.

Los autores describen la atención médica como una actividad homogénea y se compone de un amplio número de variables: capital (camas, equipos de diagnóstico y tratamiento), suministros (medicamentos), personal (enfermeras, médicos, administradores) y pacientes

- Hospital como un conjunto de capacidades tecnológicas y biofarmacológicas

Este grupo es diverso en cuanto a las diferentes disciplinas que involucra así como los distintos enfoques, el factor común en esos estudios es la innovación médica, concepto

que utilizan los autores para referirse a los tipos de innovación tecnológica y biofarmacológica que se presenta en el ámbito de la salud.

En esta categoría distinguen tres subgrupos:

- o Innovación biomédica o biofarmacológica, nuevas medicinas, productos químicos o farmacéuticos, sustancias
  - o Innovación médica “hard”, introducción de nuevos sistemas tecnológicos para la prestación de servicios de salud y análisis biológico
  - o Innovación médica “soft”, incluye la introducción o mejoras en los protocolos de atención, diagnóstico y tratamiento terapéutico.
- Hospital como un sistema de información

En esta categoría se distingue entre la TI administrativa y la TI médica, esta última incluye aplicaciones que van desde los registros de atención médica y pacientes hasta la transmisión remota de imágenes y señales médicas para el diagnóstico (telemedicina, e-salud)

- Hospital como un proveedor de servicios y centro de atención sanitaria

En esta categoría se aprecia un cambio en el enfoque tecnicista hacia un enfoque basado en el servicio y las relaciones internas y externas del mismo, el paciente deja de ser solo el enfermo en busca de cura y se convierte en cliente de un servicio complejo que las organizaciones prestadores de servicios de salud deben satisfacer y no sólo al paciente mismo sino a los familiares y parientes.

A partir de esta categorización Djella & Gallouj (2005) proponen un marco de estudio para la innovación en las organizaciones prestadoras de servicios de salud y encuentran que la innovación en servicios hospitalarios se concentra en innovación científica y tecnológica y se enfoca principalmente a innovaciones en tratamiento y diagnóstico dejando de lado otros servicios (periféricos) y otras variables como las competencias del proveedor del servicio (hospital)

De otro lado, Windrum y Garcia-Goñi (2008) en su trabajo titulado “A neo-Schumpeterian model of health services innovation” señalan un modelo desde la perspectiva Shumpeteriana que permite estudiar la innovación en servicios de salud desde la interacción de los agentes que participan en ella (pacientes, hospital, agencia gubernamental) y sus competencias y preferencias

Por su parte Greenhalgh, Robert, Macfarlane, Bate, & Kyriakidou (2004) en un estudio de revisión de la literatura sobre los determinantes de la difusión, divulgación e implementación de la innovación en organizaciones prestadoras de servicios de salud encontraron dos factores no estructurales que determinan la capacidad de innovación: Capacidad de absorción de nuevos conocimientos y la receptividad por el cambio

En un estudio sobre el hospital como organización de conocimiento los autores señalan la innovación en organizaciones prestadoras de servicios de salud, se define como un conjunto de comportamientos, rutinas y formas de trabajo que intervienen en la producción y en el mejoramiento de los productos de salud, también se relaciona con la eficiencia administrativa, la efectividad en costos, experiencia de los usuarios, coordinación y planeación de los procesos al interior de la organización (Greenhalgh et al, 2004 citado por Jaramillo, Latorre, Albán, & Lopera, 2008). En dicho estudio presentan un esquema donde relacionan las capacidades médicas, tecnológicas, de gestión, de formaciones profesionales, científicas y tecnológicas con la innovación (Jaramillo et al, 2008, adaptado de Vázquez, 2000)

## **2.2 Capacidades de innovación tecnológica**

La definición de capacidad gira en torno a la habilidad para usar y aprovechar los recursos y el conocimiento.

Zollo & Winter (2002), la identifican como un patrón de aprendizaje estable de la actividad colectiva a través de la organización, que sistemáticamente genera y modifica el funcionamiento de sus rutinas en la búsqueda de mejorar la eficacia.

La capacidad de innovación tecnológica comprende diferentes áreas como tecnología, producción, proceso, conocimiento, experiencias y organización (Guan, Richard, Mok, & Ma, 2004)

Las capacidades de innovación tecnológica se definen como un conjunto de características que posee una organización que facilita y apoya la innovación tecnológica (Burgelman et al, 2004, citado por Yam, Lo, Tang y Lau 2011).

De igual manera la habilidad para introducir nuevos productos (innovación de producto) y la adopción de nuevos procesos (innovación en proceso) se ha convertido herramienta competitiva (Egelhoff, 2000, citado por Guan et al, 2004).

Así entonces al hablar de habilidad para introducir innovaciones de producto o proceso, se está refiriendo a la capacidad de la organización para generar nuevas innovaciones, de esta manera puede explicarse la importante relación entre las capacidades de innovación tecnológica y la competitividad.

Yam et al. (2011) identifican algunos enfoques propio y desarrollados por otros autores, tales como el enfoque basado en activo (asset aproach) (Christensen, 1995), el enfoque basado en procesos (process aproach) (Chiesa et al, 1996; Burgelman et al, 2004) y el enfoque funcional (Yam et al, 2004) que comprende como elementos de las capacidades de innovación tecnológica las siguientes: capacidades de aprendizaje, capacidad de I+D, capacidad de asignación de recursos, capacidad de producción, capacidad de mercadeo, capacidad organizacional y la capacidad de planeación estratégica.

Yam et al. (2011) propone las siguientes definiciones para las siete dimensiones de las capacidades de innovación tecnológica:

Capacidad de aprendizaje: Capacidad de la organización para identificar, asimilar y explotar conocimiento del entorno.

---

Capacidad de I+D: Capacidad de la organización para integrar estrategias de I+D, implementación de proyectos, gestión de portafolio de proyectos.

Capacidad de asignación de recursos: Capacidad de la organización para garantizar el capital, los profesionales y la tecnología suficiente en el proceso de innovación.

Capacidad de producción: Capacidad de la organización para transformar los resultados de I+D en productos que responden a necesidades del mercado.

Capacidad de mercadeo: Capacidad de la organización para dar a conocer y vender los productos sobre la base de la comprensión de las necesidades del consumidor, el entorno competitivo, los costos, los beneficios y la aceptación de la innovación.

Capacidad organizacional: Capacidad de la empresa para obtener mecanismos organizacionales, cultivar la cultura organizacional y la adopción de buenas prácticas de gestión.

Capacidad de planeación estratégica: Capacidad de la organización para identificar fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades provenientes de una evaluación interna y externa, formular e implementar planes y programas de acuerdo con la misión y la visión institucional,

La innovación tecnológica involucra la interacción de múltiples recursos, hecho que la convierte en proceso complejo y difícil de medir directamente (Hansen, 2001; Chiesa et al., 1998; Guan & Ma, 2003, citado por Guan, Yam, Mok, & Ma, 2006); de esta manera, la capacidad de innovación tecnológica en una organización no puede ser medida en una sola escala dimensional (Burgelman et al., 2001; Chiesa et al., 1998; Guan & Ma, 2003, citado por Guan et al, 2006).

A continuación se presenta una síntesis de algunos estudios realizados sobre las capacidades de innovación tecnológica desde el enfoque funcional:

Guan et al. (2006), en un estudio realizado sobre 182 firmas innovadoras chinas donde se observan empresas de diferentes sectores como el químico, farmacéutico, metalmecánico,

construcción, eléctrico y electrónico, textil, alimentos, entre otros, proponen la utilización de un modelo basado en DEA (Data Envelopment Analysis); con el propósito de estudiar la relación entre las capacidades de innovación tecnológica y la competitiva adoptó las siguientes dimensiones: capacidad de aprendizaje, capacidades de I+D, capacidad de fabricación, capacidad de mercadeo, capacidad de explotación de los recursos y capacidad de organización y planeación estratégica.

De otro lado, Wang, Lu, & Chen (2007) proponen la utilización de lógica difusa para la medición de capacidades de innovación tecnológica, dado que la medición de las TIC requiere la consideración simultánea de múltiples criterios cualitativos y cuantitativos; el estudio lo realiza sobre el sector del software. Para el mencionado estudio, los autores adoptan las siguientes dimensiones de capacidades de innovación tecnológica sobre las cuales construye la metodología para la evaluación: capacidades I+D, capacidades de decisión estratégica, capacidades de mercadeo, capacidades de producción y capacidades de capital.

## 2.3 Modelo 7S

Conocido popularmente como el Modelo de las 7S de McKinsey, fue planteado por Thomas J. Peters y Robert H. Waterman en 1982 en su libro “En busca de la excelencia”, mientras estos trabajaban para la firma consultora McKinsey. Este modelo describe siete elementos que permiten determinar la forma en que opera una organización, convirtiéndose este modelo en una herramienta para el diagnóstico, análisis y toma de decisiones (Valero, 2010). (Ver Figura 2-1)

Los elementos que componen el modelo son:

Estrategia (Strategy): Este componente del modelo se refiere a los diferentes planes que permite traducir los objetivos estratégicos en acciones con el propósito de alcanzar una ventaja competitiva (Valero, 2010).

Estructura (Structure): Se refiere a la manera como son divididas, organizadas y coordinadas las actividades en una organización, estableciendo las relaciones de autoridad y responsabilidad (Valero, 2010).

Sistema (System): En este elemento se tratan los procesos y procedimientos formales e informales que permiten el funcionamiento de la organización (Valero, 2010).

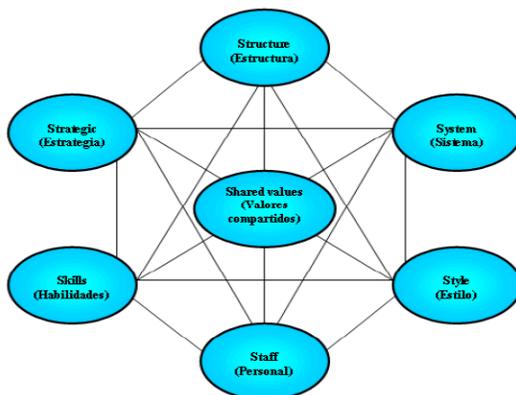
Estilo (Style): Se refiere al estilo gerencial, es decir, a la forma en que un gerente interactúa con sus subordinados (Valero, 2010).

Personas (Staff): Se refiere a la cantidad y tipo de personal, sus actitudes, motivaciones y compromiso (Valero, 2010).

Habilidades (Skills): Son las capacidades que posee la organización y la distinguen de sus competidores (Valero, 2010).

Valores compartidos (Shared Values): Son los valores de rango superior que comparten los miembros de la organización (Valero, 2010).

Figura 2-1: Modelo 7S



Fuente: (Valero, 2010)

## 2.4 Lógica difusa

Es un modelo matemático que sigue patrones de comportamiento similares al pensamiento de los humanos, permitiendo valores intermedios entre los extremos totalmente verdadero y totalmente falso que la lógica clásica excluye (Medina & Paniagua, 2007)

La lógica difusa se ha implementado en disciplinas como: la economía, las finanzas, la psicología, la inteligencia artificial, la física, entre otras; respondiendo estos sistemas a campos conceptuales en los que se encuentra vaguedad e imprecisión y no necesariamente cuantitativa, permitiendo tratar de una forma útil con la incertidumbre (Medina & Paniagua, 2007)

Para el desarrollo de este trabajo se utilizarán números difusos triangulares, a continuación se presenta la definición de números difusos, la definición de número difuso triangular y sus principales operaciones aritméticas. De acuerdo con Chang (1996)

$M \in F(R)$  puede ser llamado número difuso si

1. Existe  $x_0 \in R$  tal que  $\mu_M(x_0) = 1$

2. Para cualquier  $\alpha \in [0,1]$

$$A_\alpha = [x, \mu_{A_\alpha}(x) \geq \alpha]$$

Donde  $F(R)$  representa todos los conjuntos difusos y  $R$  representa todos los reales

Se define un número difuso  $M$  sobre  $R$  si la función de membresía

$\mu_M(x): R \rightarrow [0,1]$  es igual a

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} - \frac{l}{m-l}, & x \in [l, m] \\ \frac{x-u}{m-u} - \frac{u}{m-u}, & x \in [m, u] \\ 0, & \text{para otros casos} \end{cases}$$

Donde  $l \leq m \leq u$ ,  $l$  y  $u$  corresponde al valor mínimo y superior de  $M$  respectivamente, mientras  $m$  corresponde a un valor medio (modal). Un número triangular difuso puede

denotarse también a través de  $(l, m, u)$ . El soporte para  $M$  está dado por  $\{x \in \mathbb{R} / l < x < u\}$ . Cuando  $l = m = u$ , se trata de un número no difuso también llamado nítido o crisp.

Si se tiene dos números triangulares difusos  $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  y  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ , se tiene las siguientes operaciones aritméticas:

1.  $M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$
2.  $M_1 * M_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2)$
3.  $w * M_1 = (w * l_1, w * m_1, w * u_1)$  donde  $w > 0, w \in \mathbb{R}$
4.  $(l_1, m_1, u_1)^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1)$

### 2.4.1 Metodología AHP extendida con lógica difusa

El proceso de análisis jerárquico difuso incorpora la lógica difusa (fuzzy logic) a la metodología AHP convencional planteada por Thomas Saaty; tal metodología permite estructurar, medir y sintetizar problemas donde es necesario clasificar, priorizar o evaluar varias alternativas a través múltiples criterios, convirtiéndose así en una herramienta adecuada para la toma de decisiones (Herrera & Osorio, 2006).

La adopción de la lógica difusa en esta metodología permite evaluar criterios cualitativos y cuantitativos de manera simultánea, permitiendo un mejor tratamiento de las condiciones de incertidumbre que se pueden presentar.

En el AHP convencional se construyen matrices de comparación por pares para criterios y alternativas utilizando la escala de Saaty que contempla números discretos o nítidos entre uno y nueve que representan el juicio o preferencias de quien se encuentre realizando la evaluación; al adoptar la lógica difusa en esta metodología la escala se remplazaría por conjuntos de números difusos para interpretar los juicios lingüísticos. (Herrera & Osorio, 2006).

Para la aplicación del proceso de análisis jerárquico, Herrera & Osorio (2006) plantean los siguientes pasos:

- Desarrollo de una estructura jerárquica para los criterios y alternativas
- Representación mediante conjuntos difusos de los juicios en una comparación por pares para criterios y alternativas
- Construcción de las matrices de juicio difuso
- Operaciones matemáticas para el cálculo de los vectores de prioridad del modelo

A continuación se presenta el algoritmo propuesto por Chang planteado en 1992 (Chang, 1996) empleado en este trabajo para el desarrollo del análisis jerárquico difuso:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Donde  $M_{gi}^j (j = 1, 2, \dots, m)$  son números triangulares difusos

El primer paso consiste en definir el valor de la extensión sintética difusa con respecto al objeto  $i$  por:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2)$$

Para obtener  $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$  se realiza una operación de adición difusa de medida  $m$  en una matriz de valores tal como:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_i, \sum_{j=1}^m m_i, \sum_{j=1}^m u_i \right) \quad (3)$$

Para obtener  $\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$  se realiza la operación de adición difusa

$$M_{gi}^j (j = 1, 2, \dots, m)$$

para valores tal que:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4)$$

El inverso de (4) se obtiene con:

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (5)$$

El segundo paso consiste en calcular el grado de posibilidad de:

$$M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$$

Definido como

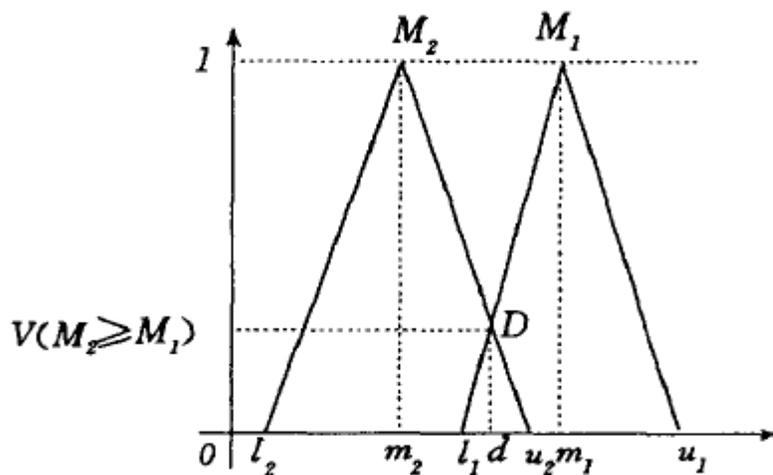
$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (6)$$

Y puede ser expresado equivalentemente de la siguiente manera

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Donde d es la ordenada del punto de intersección entre  $M_1$  y  $M_2$  como se puede observar en la Figura 2-2

Figura 2-2: Intersección entre  $M_1$  y  $M_2$



Para comparar  $M_1$  y  $M_2$ , se requieren los valores de

$$V(M_1 \geq M_2) \text{ y}$$

$$V(M_2 \geq M_1)$$

Tercer paso. El grado de posibilidad para un número convexo borroso para ser mayor que  $k$  números convexos borrosos  $M_i = (i = 1, 2, \dots, k)$ , se define por

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= \\ &V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, \dots, k \end{aligned}$$

Se asume que para  $k=1, 2, \dots, n$ ;  $k \neq n$ . El vector de pesos está dado por

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$$

Donde  $A_i(1, 2, \dots, n)$  son  $n$  elementos

Cuarto paso. El vector normalizado se obtiene por

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$$

Donde  $W$  no es un número difuso



### 3. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- Referentes contextuales: En esta etapa se realizó una revisión de literatura con el propósito de identificar referencias contextuales sobre la temática principal que se aborda en este trabajo, evaluación de capacidades de innovación tecnológica y metodologías utilizadas para este fin.
- Planteamiento de la metodología, diseño y desarrollo de los instrumentos: De acuerdo con los referentes contextuales se propone utilizar la metodología análisis jerárquico con su extensión de lógica difusa. De la misma manera se plantea un modelo organizacional aplicado a las instituciones prestadoras de servicios de salud esto al cruzarlo con las dimensiones de capacidades de innovación tecnológica permitió en sesiones con los 2 expertos la identificación de categorías y variables para la construcción de los arboles jerárquicos a utilizar en la metodología AHP. Para la implementación de la metodología propuesta, se elaboró un instrumento en hoja de cálculo Microsoft Excel que contempla un formulario en el cuál el experto realiza los juicios necesarios entre categorías y criterios para la obtención de las matrices difusas en este caso, las etiquetas lingüísticas asociadas a números difusos triangulares y desarrolla los cálculos requeridos de acuerdo al algoritmo de Chang presentado en el capítulo anterior obteniéndose así el vector de respuesta final
- Pruebas de escritorio: Las pruebas de escritorio realizadas se llevaron a cabo en el Hospital General de Medellín, donde se contó con el apoyo del Dr. Alvaro Quintero

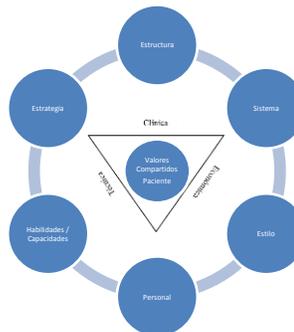
Posada quien coordina el programa de investigaciones y gestión de la innovación en la institución.

## 4. Modelo Propuesto y Resultados

### 4.1 Modelo propuesto

Partiendo del Modelo 7S aplicado a una organización hospitalaria, considerando como valor compartido el paciente según la propuesta de Obando (2002) y comprendiendo que en un hospital destacan las dimensiones clínica, técnica y económica, en donde en la primera destacan los recursos médicos, asistenciales y científicos, en la segunda los recursos asociados con los equipos y dispositivos biomédicos, en general activos hospitalarios, y en la tercera los recursos administrativos y financieros, esto entendiendo como recurso cualquier medio, bien, proceso, procedimiento o personas necesarias para su buen funcionamiento y la adecuada prestación del servicio, se plantea en la Figura 4-1 el modelo de organización hospitalaria propuesto para la evaluación de las capacidades de innovación tecnológica

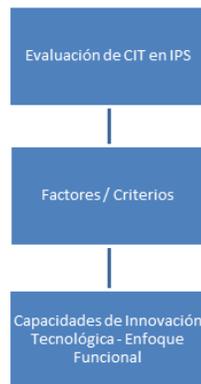
**Figura 4-1:** Modelo organización hospitalaria propuesto



## 4.2 Primera prueba de escritorio

En la Figura 4-2 se plantea el árbol jerárquico propuesto para el desarrollo del proceso de análisis jerárquico difuso (FAHP), donde la meta u objetivo es la evaluación de las capacidades de innovación tecnológica en la organización hospitalaria (propuesta en la Figura 4-1) los factores o criterios se identifican relacionando el modelo 7S con las dimensiones clínica, económica y técnica; y la base del árbol o alternativas son las CIT desde el enfoque funcional

**Figura 4-2:** Árbol Jerárquico propuesto para el FAHP



Para la primera prueba se tuvieron en cuenta las siguientes categorías y criterios que conformaron el árbol jerárquico y fueron contempladas en el instrumento en hoja de cálculo para la evaluación.

Las categorías fueron: Estrategia, Estructura, Sistema, Habilidades, Personal y Estilo, para cada una de estas categorías se consideraron criterios como puede verse a continuación:

- Estrategia
  - Misión, Objetivos y Valores estratégicos
  - Visión
  - Programas, planes, acciones estratégicas

- Estructura
  - Tipo de estructura organizacional
  - Canales de comunicación interna
  - Canales de comunicación externa
  
- Sistema
  - Procesos y procedimientos médicos, asistenciales y científicos
  - Procesos y procedimientos técnicos (mantenimientos, metrología, entre otros)
  - Procesos y procedimientos administrativos y financieros
  - Procesos de gestión de innovación
  
- Habilidades
  - Habilidades, técnicas por las que se distingue el personal del área clínica
  - Habilidades, técnicas por las que se distingue el personal del área técnica
  - Habilidades, técnicas, por las que se distingue el personal del área económica
  
- Personal
  - Número de personas y perfil del área clínica
  - Número de personas y perfil del área técnica
  - Número de personas y perfil del área económica
  
- Estilo
  - Capacidad diagnóstica de la situación actual (externa e interna).
  - Planeación operativa
  - Planeación prospectivo estratégica
  - Sistema de decisión

Con las categorías y criterios enunciados se construye un instrumento en hoja de cálculo Microsoft Excel que contempla lo siguiente:

Una hoja con los formularios que le permiten al evaluador emitir los juicios aparejados en primer lugar para las categorías, en segundo lugar para los criterios esto de acuerdo a la metodología AHP. Para el establecimiento de los juicios se consideraron etiquetas lingüísticas relacionadas con números difusos triangulares, tal como se puede observar en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1: Etiquetas lingüísticas y números difusos triangulares**

Etiqueta	TFN
Justamente igual	1,1,1
igualmente+	1/2,1,3/2
débilmente más +	1,3/2,2
fuertemente más +	3/2,2,5/2
muy fuertemente +	2,5/2,3
absolutamente más +	5/2,3,7/2
igualmente-	2/3,1,2
débilmente más -	1/2,2/3,1
fuertemente más -	2/5,1/2,2/3
muy fuertemente -	1/3,2/5,1/2
absolutamente más -	2/7,1/3,2/5

El primer formulario busca establecer el nivel de prioridad de las categorías frente a la evaluación de las capacidades de innovación tecnológica. En la Figura 4-3 se presenta el primer formulario

**Figura 4-3:** Formulario para comparar el nivel de importancia de categorías 7S

**Comparación por parejas para Factores 7S**

	AM	MFM	FM	DM	IM	JI	IM	DM	FM	MFM	AM	
Estrategia	1											Estructura
Estrategia	1											Sistema
Estrategia	1											Estilo
Estrategia	1											Personas
Estrategia			1									Habilidades
Estructura						1						Sistema
Estructura							1					Estilo
Estructura									1			Personas
Estructura									1			Habilidades
Sistema									1			Estilo
Sistema									1			Personas
Sistema								1				Habilidades
Estilo							1					Personas
Estilo								1				Habilidades
Personas			1									Habilidades

Continuando con la aplicación de la metodología AHP se construye para cada una de las categorías su formulario en el que se comparan sus criterios. En la Figura 4-4 puede observarse el caso para la categoría Estrategia

**Figura 4-4:** Formulario para comparar el nivel de importancia de criterios

**Comparación por factores para criterios del factor Estrategia**

	AM	MFM	FM	DM	IM	JI	IM	DM	FM	MFM	AM	
Misión						1						Visión
Misión										1		Acciones estratégicas
Visión										1		Acciones estratégicas

Una vez diligenciados esta serie de formulario, se emplean formularios similares en los que se comparan para cada uno de los criterios la contribución de este al desarrollo de las capacidades de innovación tecnológica. En la Figura 4-5 puede observarse el caso para el criterio Misión

**Figura 4-5:** Formulario para comparar el nivel de contribución de criterios

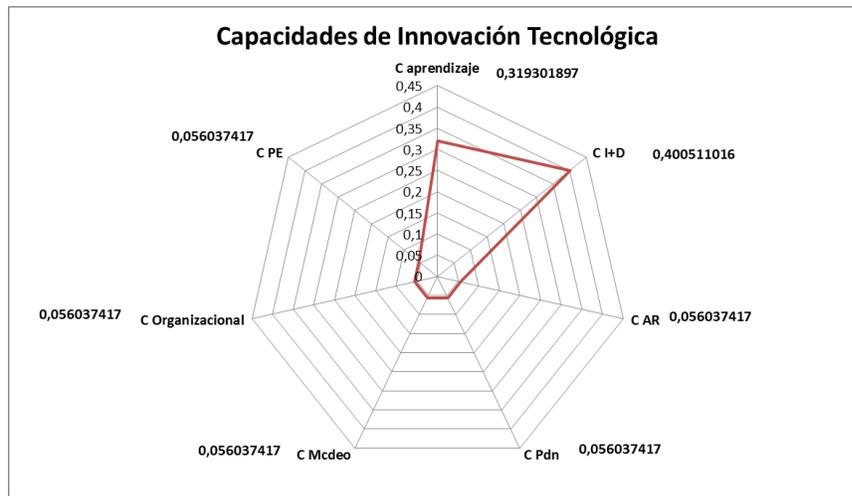
**Comparacion por CIT para factor Estrategia Criterio Mision**

	AM	MFM	FM	DM	IM	JI	IM	DM	FM	MFM	AM	
C aprendizaje								1				C I+D
C aprendizaje							1					C AR
C aprendizaje							1					C Pdn
C aprendizaje							1					C Mcdeo
C aprendizaje							1					C Organizacional
C aprendizaje							1					C PE
C I+D				1								C AR
C I+D				1								C Pdn
C I+D				1								C Mcdeo
C I+D				1								C Organizacional
C I+D				1								C PE
C AR				1								C Pdn
C AR				1								C Mcdeo
C AR				1								C Organizacional
C AR				1								C PE
C Pdn					1							C Mcdeo
C Pdn					1							C Organizacional
C Pdn					1							C PE
C Mcdeo					1							C Organizacional
C Mcdeo					1							C PE
C Organizacional					1							C PE

Con el diligenciamiento de cada uno de los formularios se construyen las matrices difusas, en este caso, solo la triangular superior de esta, puesto que la triangular inferior corresponde al recíproco de la superior.

Una vez obtenidas las matrices se aplicaron los cálculos correspondientes al algoritmo de Chang para obtener un vector resultante no difuso.

Finalmente con el propósito de obtener un vector resultante final de la evaluación se realizan las operaciones sugeridas por la metodología AHP entre los vectores obtenidos de cada una de las matrices. En la Figura 4-6 se presenta una gráfica radial del vector resultante final de la evaluación

**Figura 4-6:** Resultado Final evaluación CIT – prueba 1

En la figura anterior se observa que de acuerdo a los juicios y valoraciones realizadas por el evaluador las capacidades más desarrolladas en el Hospital General de Medellín corresponde a las capacidades de aprendizaje y la capacidades de I+D.

Una vez concluida esta prueba se notaron algunas dificultades con esta primera prueba:

- Al no contar con valores de referencia o metas establecidas por la institución el peso de la evaluación recae sobre el evaluador, que podría presentar algún sesgo.
- El desarrollo de esta prueba requirió la construcción de 27 formularios con sus matrices difusas respectivas, esto puede resultar complejo y dispendioso en su diligenciamiento,

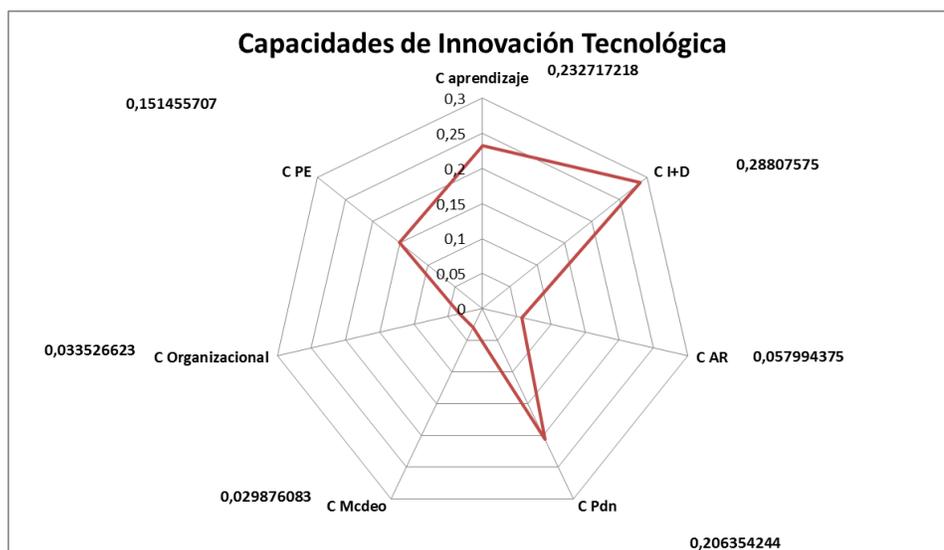
Dadas estas consideraciones se propone una segunda prueba.

### 4.3 Segunda prueba de escritorio

Para esta segunda prueba se propone un árbol jerárquico simplificado respecto al de la primera prueba.

En este caso se conserva el primer formulario que realiza las comparaciones entre las categorías propuestas, una vez diligenciado este se construyeron formularios en los que se compara las capacidades de innovación tecnológica para cada una de las categorías. En la Figura 4-7 puede observarse la gráfica de radar correspondiente para el vector resultante final de la evaluación

**Figura 4-7:** Resultado Final evaluación CIT – prueba 2



En la figura anterior se observa que de acuerdo a los juicios y valoraciones realizadas por el evaluador las capacidades más desarrolladas en el Hospital General de Medellín corresponde a las capacidades de I+D, capacidades de aprendizaje y capacidades de producción

Con el desarrollo de esta prueba se redujo el número de formularios en este caso se obtuvieron ocho formularios y sus respectivas matrices difusas, sin embargo, no se cuenta con valores de referencia y el peso de la evaluación recae sobre el juicio del evaluador.

Dada esta circunstancia se propone una tercera prueba.

### 4.4 Tercera prueba de escritorio

Para esta prueba se propone combinar la metodología análisis jerárquico con lógica difusa y la ponderación lineal haciendo uso de números difusos.

Se plantea un primer formulario similar a los utilizados en la prueba 1 y 2, con el propósito de priorizar las capacidades de innovación tecnológica de acuerdo al desarrollo de los objetivos estratégicos del Hospital General de Medellín. En la Figura 4-8 se presenta este formulario.

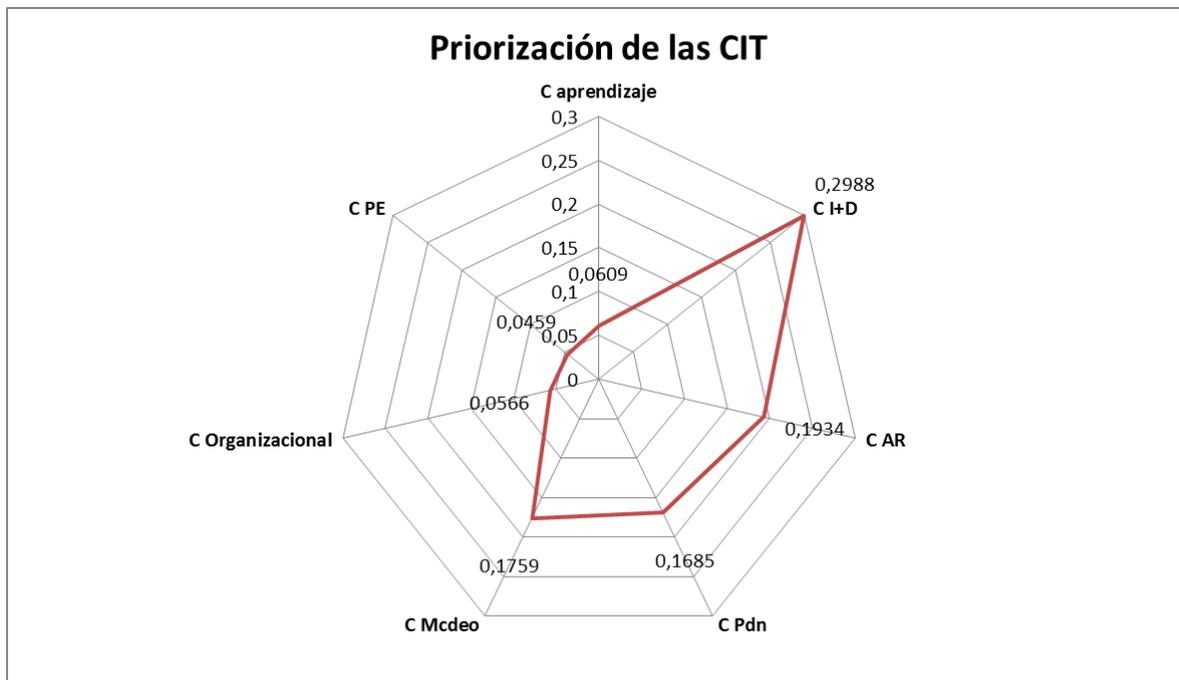
**Figura 4-8:** Formulario para comparar CIT

**Comparacion por CIT**

	AM	MFM	FM	DM	IM	JI	IM	DM	FM	MFM	AM	
C aprendizaje									1			C I+D
C aprendizaje						1						C AR
C aprendizaje										1		C Pdn
C aprendizaje									1			C Mcdeo
C aprendizaje									1			C Organizacional
C aprendizaje			1					1				C PE
C I+D		1										C AR
C I+D				1								C Pdn
C I+D			1									C Mcdeo
C I+D		1										C Organizacional
C I+D				1								C PE
C AR			1									C Pdn
C AR				1								C Mcdeo
C AR			1									C Organizacional
C AR				1								C PE
C Pdn					1							C Mcdeo
C Pdn				1								C Organizacional
C Pdn				1								C PE
C Mcdeo			1									C Organizacional
C Mcdeo				1								C PE
C Organizacional					1							C PE

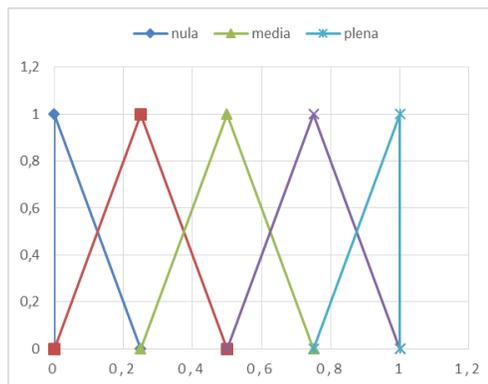
Con esta información se construye la matriz difusa respectiva, se aplica el algoritmo de Chang y se obtiene el vector resultante. En la Figura 4-9 se presenta el gráfico de radar correspondiente para este vector.

Figura 4-9: Priorización de CIT – prueba 3



Una vez diligenciado este primer formulario se presenta un segundo formulario que contempla para cada una de las dimensiones de las capacidades de innovación tecnológica un conjunto de variables redefinidas a partir de las categorías y criterios utilizados desde la primera prueba de escritorio. Para cada una de los criterios se establecieron cinco niveles (etiquetas lingüísticas) y se asociaron con números difusos. En la Figura 4-10 se presenta un gráfico de estos.

Figura 4-10: Números Triangulares Difusos para variables – prueba 3



Para cada una de estas variables se establecieron unos descriptores indicando el nivel en el que se encontrarían estas, así como algunos valores de referencia externo o meta con la que podría contar la institución; cuando no se pudo contar con alguno de estos valores se permitió el juicio experto del evaluador. En el Anexo A, se presentan las variables definidas para cada una de las dimensiones de las CIT.

El proceso de síntesis para el segundo formulario es el siguiente:

1. Para cada una de las variables correspondientes a las dimensiones de las CIT, se obtiene un número difuso triangular de acuerdo a la evaluación realizada por el experto.
2. Con los números difusos obtenidos se calcula un promedio para cada una de las dimensiones de las CIT
3. A los números obtenidos en el numeral anterior se les calcula el centroide como método de defuzificación, y estos se pueden observar en la Figura 4-11.
4. Con el propósito de obtener una síntesis de las CIT se procede a multiplicar el vector de números crisp obtenidos en el primer formulario por los números obtenidos en el numeral 2.
5. La sumatoria de los números difusos triangulares resultantes en 4 da como resultado un número difuso síntesis de las CIT
6. Al número obtenido en 5 se calcula el centroide obteniéndose así un número nítido síntesis de la evaluación de las CIT

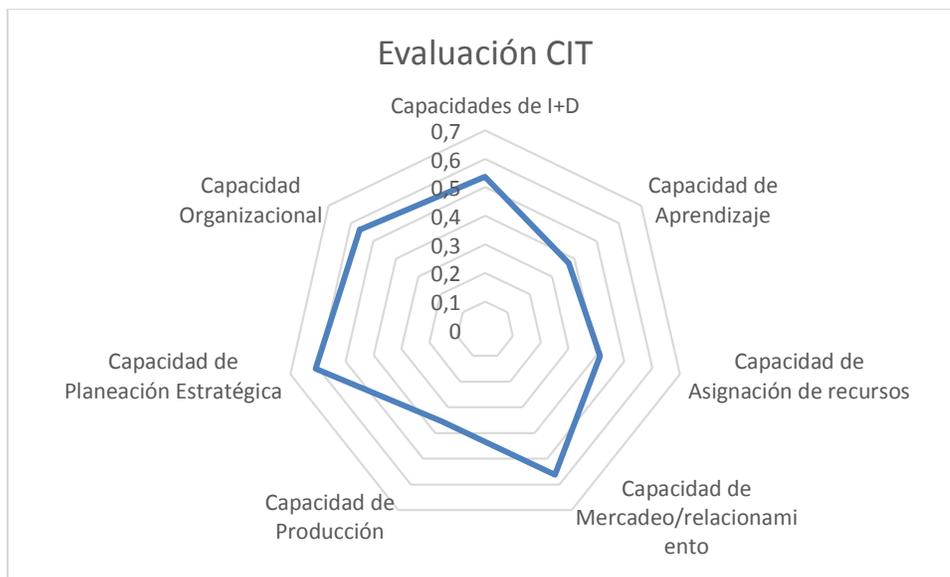
La Tabla 4-2, presenta un resumen del proceso mencionado anteriormente.

**Tabla 4-2:** Resumen evaluación CIT – prueba 3

CIT	w	Promedio			centroide	w*promedio			centroide
		a	b	c		a	b	c	
Capacidades de I+D	0,29876678	0,3	0,55	0,75	0,5375	0,08963003	0,16432173	0,22407509	0,16058715
Capacidad de Aprendizaje	0,06093445	0,125	0,375	0,625	0,375	0,00761681	0,02285042	0,03808403	0,02285042
Capacidad de Asignación de recursos	0,19338282	0,3	0,4	0,55	0,4125	0,05801485	0,07735313	0,10636055	0,07977041
Capacidad de Mercadeo/relacionamiento	0,17594025	0,33333333	0,58333333	0,75	0,5625	0,05864675	0,10263181	0,13195519	0,09896639
Capacidad de Producción	0,1685478	0,16666667	0,33333333	0,58333333	0,35416667	0,0280913	0,0561826	0,09831955	0,05969401
Capacidad de Planeación Estratégica	0,04585243	0,4375	0,625	0,75	0,609375	0,02006044	0,02865777	0,03438933	0,02794133
Capacidad Organizacional	0,05657546	0,33333333	0,58333333	0,75	0,5625	0,01885849	0,03300235	0,04243159	0,0318237
Síntesis CIT		0,28091866	0,48499981	0,67561533					
Centroide		0,48163341							

En la Figura 4-11, se observa que las capacidades de innovación tecnológica menos desarrolladas en el Hospital General de Medellín, conforme a la priorización realizada por el evaluador y la calificación realizada para cada una de las variables establecidas en las dimensiones de las CIT, corresponde a la capacidad de aprendizaje y la capacidad de asignación de recursos

**Figura 4-11:** Evaluación de CIT – prueba 3



Pese a que los resultados finales de las tres pruebas realizadas, conforme con el experto, esta tercera prueba puede presentar mejores resultados dado que cuenta con descriptores

para los niveles de las variables y valores de referencia que pueden disminuir la subjetividad y los sesgos al momento de calificar.

La Tabla 4-3 sintetiza las tres pruebas de escritorio y muestra los principales hallazgos encontrados en cada una de estas y la Tabla 4-4 presentan un paralelo entre la metodología AHP extendida con lógica difusa y la propuesta que se hizo en la prueba de escritorio 3 al combinar las metodologías FAHP y ponderación lineal con lógica difusa.

**Tabla 4-3: Resumen Pruebas de escritorio**

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Metodología	AHP con lógica difusa	AHP con lógica difusa	AHP extendida con lógica difusa + Ponderación lineal con lógica difusa
Condiciones	Se plantea un árbol jerárquico que define como categorías los Factores 7S y para cada una de estas categorías se plantean criterios. Las CIT se establecen como las alternativas de evaluación, es decir, se encuentran en la base del árbol jerárquico	Se plantea un árbol jerárquico simplificado, donde las categorías son los Factores 7S y las CIT se establecen como las alternativas de evaluación.	Se plantea el uso de la metodología AHP extendida con lógica difusa para la determinación del vector de prioridad de las CIT y la ponderación lineal con lógica difusa para la evaluación de los CIT a partir de variables determinadas para cada una de ellas con descriptores de desempeño.
Principales hallazgos / resultados	Para esta evaluación se requirieron 27 matrices de comparación difusas. No se contó con valores de referencia o metas establecidas por la institución el peso de la evaluación recae sobre el evaluador, que podría presentar algún sesgo.	Se requirieron 8 matrices de comparación difusas. Igual que en el caso anterior el peso de la evaluación recae sobre el evaluador.	Esta tercera prueba presenta mejores resultados ya que se consideraron valores de referencia (en algunos casos) y descriptores, lo que permite reducir un poco el sesgo en la evaluación

**Tabla 4-4: Comparación metodologías implementadas**

	Metodología AHP extendida con Lógica Difusa (Pruebas de escritorio 1 y 2)	Propuesta para evaluar CIT: Metodología AHP con lógica difusa + ponderación lineal con lógica difusa
En qué consiste	Esta metodología conocida por sus siglas en inglés como FAHP, parte de la metodología AHP propuesta por Saaty e incorpora en la escala de evaluación números difusos (para este caso fueron números triangulares) asociados a membresías o etiquetas lingüísticas reemplazando de esta manera la matriz de comparaciones "tradicional" por una matriz de comparaciones difusa entre los diferentes criterios.	En esta propuesta se plantea la utilización de la metodología FAHP en una primera fase para establecer el vector de prioridades de las CIT y en una segunda fase se plantea la utilización del método ponderación lineal con lógica difusa, en esta fase se proponen variables para evaluar cada una de las CIT, para esto se plantea una escala de evaluación asociada con descriptores de desempeño y estos a su vez asociados con números difusos. Finalmente se hace uso de aritmética difusa para realizar las operaciones necesarias para obtener un resultado de la evaluación representado en un número no difuso
Ventajas / desventajas	<p>La metodología AHP permite considerar factores o criterios de evaluación cuantitativos y cualitativos. La incorporación de la lógica difusa en el método AHP permite tratar con la subjetividad y vaguedad del evaluador, dado que la escala de evaluación no está representada por números puntuales (crisp) sino por intervalos de respuesta (números triangulares) al incluir esto en el modelo matemático se asegura que la borrosidad asociada a la percepción del evaluador haga parte del análisis.</p> <p>Una posible dificultad que puede tener el método, si se cuenta con demasiados criterios de evaluación (prueba escritorio 1) la aplicación de esta herramienta resulta dispendiosa para la recolección de la información y el diligenciamiento de las matrices de comparación.</p> <p>En el modelo matemático aplicado (solución de Chang) para obtener los vectores de prioridad no se considera ningún algoritmo para el cálculo de la razón de consistencia, a diferencia del método tradicional AHP que si lo tiene.</p>	<p>La incorporación de la lógica difusa en ambas metodologías permite tratar con la subjetividad y vaguedad del evaluador, tal como sucede en el caso anterior.</p> <p>El planteamiento de los descriptores facilita la evaluación y reduce el sesgo del evaluador.</p> <p>Aunque se consideraron 25 variables para la segunda fase, la aplicación de la metodología ponderación lineal con lógica difusa, no fue compleja ni dispendiosa.</p> <p>Al igual que en caso anterior no se contó ningún algoritmo para el cálculo de la razón de consistencia.</p>

# 5. Conclusiones y recomendaciones

## 5.1 Conclusiones

- De acuerdo con los resultados de la tercera prueba de escritorio, se obtiene un valor nítido resultante de la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en 0.4816, podría ubicarse en un nivel medio. La mayor contribución para la obtención de este resultado se encuentra a cargo de las capacidades de I+D, esto acorde con la priorización de las capacidades de innovación tecnológica planteada.
- De acuerdo con el experto evaluador la combinación de la metodología análisis jerárquico y ponderación lineal ambas usando lógica difusa (prueba 3) permite abordar mejor la evaluación al contar con valores de referencia y descriptores para las variables, disminuyendo la subjetividad y los sesgos en la evaluación. La incorporación de lógica difusa en estos modelos permite tratar de una manera adecuada con variables subjetivas o cualitativas.
- La implementación de esta metodología en hoja de cálculo Microsoft Excel, facilita la aplicación de esta metodología, puesto que el software de Microsoft se encuentran ampliamente difundido.
- Esta metodología presenta un instrumento que permite diagnosticar las capacidades de innovación tecnológica en el Hospital General de Medellín, y a partir de estos resultados plantear acciones cuyo propósito sea el mejoramiento del nivel de desarrollo de cada una de las dimensiones de las CIT, de esta manera aportar al logro de los objetivos estratégicos de la institución; la aplicación periódica de este instrumento serviría para el monitoreo y seguimiento de las CIT.

## 5.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tercera prueba, se encuentran debilidades en las capacidades de aprendizaje, capacidades de producción y capacidad de asignación de recursos, para lo cual se proponen revisar de cara a su mejoramiento, entre otros, los siguientes aspectos:

Capacidades de aprendizaje:

- Plantear acciones que conduzcan al incremento en la aplicación de estudios de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, estandarizando procesos para esto y hacer uso de los resultados en la planeación estratégica y prospectiva en la institución.
- Plantear y estandarizar procesos para la gestión del conocimiento en la institución.

Capacidades de asignación de recursos:

- Evaluar la posibilidad de mejorar la asignación de recursos para el desarrollo de sistemas de gestión de conocimiento, al desarrollo de competencias del personal en la gestión de I+D+i.

Capacidades de producción:

- Incrementar el número de productos potenciales de innovación resultado de los proyectos de investigación que se desarrollan en la institución.
- Estandarizar los procesos para la protección intelectual.

Capacidades de producción:

- Incorporación de planeación prospectiva en la institución.

De igual manera se recomienda establecer y revisar los valores de referencia y en caso de no contar con estos plantearlos.

## 5.3 Trabajos Futuros

- Por sugerencia del evaluador experto del HGM, revisar el planteamiento de algunas de las variables sugeridas para las capacidades de planeación estratégica y capacidades de mercadeo / relacionamiento, puesto que según su criterio buenas

prácticas y procesos definidos en la institución, que aún no incorporan plenamente los conceptos de innovación, están arrastrando los resultados que se obtuvieron en esta prueba.

- Complementar el algoritmo utilizado para el análisis jerárquico difuso incorporando un mecanismo para el cálculo de la consistencia en la evaluación.
- El instrumento planteado para esta versión es útil, sin embargo, podría mejorarse incorporando forms y haciendo uso de visual básica para objetos de Excel para aplicar el algoritmo.



## A. Anexo: Variables planteadas para la tercera prueba de escritorio

A continuación se presentan las variables consideradas en la evaluación de las capacidades de innovación tecnológica para cada una de las dimensiones de las CIT, para cada una de las variables se tiene la etiqueta lingüística, el número difuso triangular asociado y el descriptor respectivo.

### Capacidad de I+D

	variable:	Incorporación en la planeación estratégica de políticas I+D+i y de las correspondientes acciones estratégicas			
	nula	0	0	0,25	La organización no ha incorporado en la planeación estratégica sus intenciones y principios en relación con sus actividades de I+D+i
	media - baja	0	0,25	0,5	
	media	0,25	0,5	0,75	La organización (Hospital) ha declarado sus intenciones y principios en relación con sus actividades de I+D+i, proporciona un marco para su actuación, establece objetivos y metas en I+D+i
	media - alta	0,5	0,75	1	
	plena	0,75	1	1	La organización (Hospital) ha declarado sus intenciones y principios en relación con sus actividades de I+D+i, proporciona un marco para su actuación, establece objetivos y metas en I+D+i, acompaña la política con planes de I+D+i

	Variable:	Nivel de estandarización de procesos relacionados con I+D+i			
	incompleto/bajo	0	0	0,25	La organización (Hospital) presenta ausencia de procesos y procedimientos relacionados con I+D+i
	media - bajo	0	0,25	0,5	
	medio	0,25	0,5	0,75	La organización (Hospital) presenta buenas prácticas relacionadas con I+D+i pero estos aún no se configuran como procesos y procedimientos
	media - alta	0,5	0,75	1	
	completo/alto	0,75	1	1	La organización (Hospital) presenta procesos y procedimientos bien definidos, estandarizados y coherentes con la política I+d+i

Variable:	Nivel de claridad en la aplicación de los procesos de I+D+i en cuanto a las líneas de comunicación, autoridad y responsabilidad			
bajo	0	0	0,25	no se encuentran definidas las líneas de comunicación en el Hospital y los procesos no están suficientemente divulgados para su aplicación
media - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	
media - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	Se encuentran claramente definidas las líneas de comunicación, autoridad y responsabilidad para la divulgación y aplicación de los procesos de I+D+i

Variable:	Porcentaje del personal de las áreas asistencial, técnica y administrativa dedicados a I+D+i			
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
media - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
media - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

Variable:	Nivel de desarrollo de capacidades/competencias/habilidades del personal dedicado a I+D+i (variable relacionada con formación académica: maestría –especialidad médica, doctorado)			
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
media - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
media - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

## Capacidad de Aprendizaje

Variable:	Nivel de aplicación de vigilancia tecnológica.			
incompleto/bajo	0	0	0,25	El hospital no aplica procesos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	El hospital cuenta con buenas prácticas para la búsqueda de información e identificación de oportunidades, pero aún no se podrían considerar como procesos estandarizados de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva
medio - alto	0,5	0,75	1	
completo/alto	0,75	1	1	El hospital cuenta con procesos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva definidos y los aplica planificada y ordenadamente, adicionalmente aprovecha para la planeación estratégica del hospital, los resultados de los estudios realizados

Variable:	Nivel de aplicación de procesos y procedimientos para la gestión del conocimiento			
incompleto/bajo	0	0	0,25	El Hospital no cuenta con lineamientos, procesos y procedimientos para la gestión del conocimiento acumulado
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	El Hospital cuenta con lineamientos y buenas prácticas para la gestión del conocimiento acumulado, que aún no se han estandarizado/normalizado
medio - alto	0,5	0,75	1	
completo/alto	0,75	1	1	El Hospital cuenta con lineamientos, procesos y procedimientos bien definidos y estandarizados para la gestión del conocimiento acumulado

### Capacidad de Asignación de Recursos

Variable:	Porcentaje del presupuesto anual dedicado a proyectos de I+D+i			
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

Variable:	Porcentaje del presupuesto anual dedicado a sistemas de gestión del conocimiento			
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

Variable:	Porcentaje del presupuesto dedicado a proyectos de I+D+i financiado con fuentes externas			
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

	Porcentaje del presupuesto anual dedicado al desarrollo de competencias/habilidades del personal que participa en procesos I+D+i			
Variable:				
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

	Porcentaje del presupuesto de capacitación respecto del total dedicado al fomento y promoción de la ciencia, tecnología e innovación.			
Variable:				
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

### Capacidad de Mercadeo/Relacionamiento

	Nivel de relacionamiento (número de convenios) con otras instituciones para el desarrollo de proyectos I+D+i (% de proyectos totales); (contabilización de los convenios o contabilización de los proyectos I+D+i en alianza)			
Variable:				
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

	Divulgación/difusión de resultados de proyectos I+D+i (número de eventos, divulgación interna) al mundo externo			
Variable:				
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

Variable:		Procesos de marketing para los nuevos productos fruto de proyectos I+D+i		
incompleto / bajo	0	0	0,25	El hospital no cuenta con lineamientos, procesos y procedimientos para el marketing de los productos resultantes de proyectos de I+D+i
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	El hospital cuenta con lineamientos, y buenas prácticas que aún no se encuentran estandarizados para el marketing de los productos resultantes de proyectos de I+D+i
medio - alto	0,5	0,75	1	
completo / bajo	0,75	1	1	El hospital cuenta con lineamientos, procesos y procedimientos bien definidos y estandarizados para el marketing de los productos resultantes de proyectos de I+D+i

## Capacidad de Producción

Variable:		Número de productos por proyecto I+D+i (productos, procesos (protocolos), patentes, artículos)		
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

Variable:		Existencia de protocolos para la protección (propiedad intelectual)		
nula	0	0	0,25	El hospital no cuenta con lineamientos y protocolos para la protección intelectual
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	El hospital cuenta con algunos lineamientos base para la protección intelectual
medio - alto	0,5	0,75	1	
plena	0,75	1	1	El hospital cuenta con lineamientos y procesos bien definidos para la protección intelectual y los ha aplicado

Variable:		Calificación/cualificación del personal en gestión de la innovación que conforma la unidad de gestión de la tecnología y la innovación		
bajo	0	0	0,25	0 - 20%
medio - bajo	0	0,25	0,5	21% - 40%
medio	0,25	0,5	0,75	41% - 60%
medio - alto	0,5	0,75	1	61% - 80%
alto	0,75	1	1	81% - 100%
<b>valor de referencia / meta</b>				

## Capacidad de planeación estratégica

Variable:	Capacidad diagnóstica de la situación actual (externa e interna)			
bajo	0	0	0,25	El hospital no cuenta con instrumentos de evaluación del entorno interno y externo que le permitan identificar debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades para aprovechar este análisis en su planeación operativa y estratégica
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	
medio - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	El hospital cuenta con instrumentos de evaluación del entorno interno y externo que le permiten identificar debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades para aprovechar este análisis en su planeación operativa y estratégica, cuenta con procesos definidos y establecidos para regular estas acciones de forma periódica

Variable:	Planeación operativa			
bajo	0	0	0,25	El hospital carece de planes de acción y de desarrollo que desagregan la planeación estratégica.
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	
medio - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	El hospital establece planes de acción y de desarrollo que desagregan la planeación estratégica.

Variable:	Planeación prospectivo estratégica			
bajo	0	0	0,25	El hospital no establece su planeación estratégica a partir de estudios prospectivos
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	
medio - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	El hospital establece su planeación estratégica a partir de estudios prospectivos

Variable:	Sistema de decisión			
bajo	0	0	0,25	El sistema de decisiones en el hospital no es acorde con los escenarios prospectivos y las acciones de estas decisiones no resultan efectivas para alcanzar los mejores escenarios
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	
medio - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	El sistema de decisiones en el hospital es acorde con los escenarios prospectivos y las acciones de estas decisiones resultan efectivas para alcanzar los mejores escenarios

## Capacidad Organizacional

Variable:	Nivel de desarrollo/estructuración de la unidad para la gestión de la tecnología e			
nulo	0	0	0,25	La organización (Hospital) no cuenta con una unidad para la gestión de la I+D+i
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	Posee la organización (Hospital) con una unidad para la gestión de la I+D+i en la que participe la alta dirección o su delegado y cuenta con los recursos suficientes para la <u>realización de algunas de las siguientes funciones</u> : gestionar el portafolio de proyectos I+D+i, gestionar la transferencia de conocimiento y de tecnología, gestionar la protección y explotación de los resultados, realizar la medición y análisis de sus resultados
medio - alto	0,5	0,75	1	
óptimo	0,75	1	1	Posee la organización (Hospital) con una unidad para la gestión de la I+D+i en la que participe la alta dirección o su delegado y cuenta con los recursos suficientes para: gestionar el portafolio de proyectos I+D+i, gestionar la transferencia de conocimiento y de tecnología, gestionar la protección y explotación de los resultados, realizar la medición y análisis de sus resultados

Variable:	Aplicación de políticas que busquen la construcción organizacional (estructura) fomentando el desarrollo de actividades de I+D+i			
bajo	0	0	0,25	El hospital no cuenta con lineamientos y políticas para el desarrollo de la unidad de gestión de I+D+i, así como unidades o equipos para el desarrollo de proyectos de I+D+i
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	
medio - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	El hospital cuenta con lineamientos y políticas bien definidos para el desarrollo de la unidad de gestión de I+D+i, así como unidades o equipos para el desarrollo de proyectos de I+D+i

Variable:	Nivel de estímulos al personal para la participación en proyectos de I+D+i			
bajo	0	0	0,25	El Hospital no cuenta con los apropiados estímulos para motivar al personal a participar de proyectos de I+D+i
medio - bajo	0	0,25	0,5	
medio	0,25	0,5	0,75	El hospital presenta los lineamientos y directrices para la determinación de estímulos al personal que participa de proyectos de I+D+i
medio - alto	0,5	0,75	1	
alto	0,75	1	1	El hospital presenta un listado de estímulos para el personal que participa en proyectos de I+D+i, los ha puesto en práctica y asigna los recursos necesarios para estos.



## Referencias

Angel, M. (2002). *Las claves de la gestión hospitalaria*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000

Barón, G. (2007). *Cuentas de Salud de Colombia 1993 – 2003. El gasto nacional y su financiamiento*. Ministerio de Protección Social.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. Anuario Estadístico 2008.

Djella, F. & Gallouj, F. (2005). *Mapping innovation dynamics in hospitals*. *Research Policy*: (34), 817-835.

Del Llano, Martínez Cantarero, Gol, & Raigada. (2002). *Análisis cualitativo de las innovaciones organizativas en hospitales públicos españoles*. *Gac Sanit* 16(5):408-16

De Vries, E. (2006). *Innovation in services in networks of organizations and in the distribution of services*. *Research Policy* 35: 1037–1051

García, C. (2007) *El Hospital como empresa: nuevas prácticas nuevos trabajadores*. *Psychol. Bogotá (Colombia)* 6 (1): 143-154.

- García, A., & Molero, J. (2008). Innovación en servicios en la UE: densidad de innovación y preeminencia económica de los innovadores. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, (841), 149–166.
- Ghang, D. (1996). *Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP*. *European Journal of Operational Research* 95 (1996) 649-655
- Gonzalez, L., Moreno, I. & Castro, N. (2009). Análisis comparativo de las reformas del sector salud en Colombia y Venezuela. *MedUnab*
- Greenhalgh, T., Robert, G., Macfarlane, F., Bate, P., & Kyriakidou, O. (2004). *Diffusion of Innovations in Service Organizations: Systematic Review and Recommendations*. *The Milbank Quarterly*: 82(4), 581-629
- Guan, J. C., Yam, R., Mok, C. K., & Ma, N. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research*, 170(3), 971–986.
- Guan, J., Richard, C., Mok, C. & Ma, N., (2004) *A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models*. *European Journal of Operational Research*

Herrera, M., & Osorio, J. (2006). *Modelos para la gestión de proveedores usando AHP difuso*.

Estudios Gerenciales: (99), 69-88.

Jaramillo, H., Latorre, C., Albán, C., & Lopera, C. (2008). *El hospital como organización de conocimiento y espacio de investigación y formación*. Colección Textos de Economía.

Facultad de Economía. Universidad del Rosario.

Martínez, Angel y Lázaro, Pedro. (2007) *La Ciencia de los Servicios: un nuevo enfoque para la innovación en compañías de servicios*. Universia Business Review Actualidad Económica

pp. 120 – 127

Medina, S & Paniagua, G. (2007). Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito. Dyna.

Obando, A.(2002) *Propuesta de autodiseño organizacional para el sector de la salud pública en Venezuela*. Vision Gerencial: (1), 55-64.

Organización de Cooperación y Desarrollo Economico – OCDE & Oficina de Estadísticas de las Comunidades Europeas. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la e interpretación de datos sobre innovación*. Grupo Tragsa: España

- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Innovación para la Salud Pública en las Américas: Promoción de la investigación y el desarrollo de productos para la salud*. Washington D.C.: OPS.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2006) *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Documentos Básicos suplemento de la 45ª edición.
- Valero, M.A. (2010). Impacto de los sistemas de planificación de recursos empresariales en empresas grandes. (Trabajo de grado para optar al título magister en administración de empresas). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.
- Wang, C., Lu, I., & Chen, C. (2007) *Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty*. *Technovation*: (28), 349-363.
- Windrum, P., & García-Goñi, M. (2008). *A neo-Schumpeterian model of health services innovation*. *Research Policy*: (37), 649-672.
- Yam, R. C.M., Lo, W., Tang, E. P. Y., & Lau, A. K.W. (2011). Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries. *Research Policy*: (40), 391-402.
- Zollo, M., & Winter. S. (2002). *Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities*. *Organization Science*.

