
**METODOLOGIA PARA MEDIR Y EVALUAR LAS CAPACIDADES
TECNOLOGICAS DE INNOVACION APLICANDO SISTEMAS DE
LÓGICA DIFUSA: CASO FÁBRICAS DE SOFTWARE.**

JEFFERSON JOAO AGUIRRE RAMIREZ
Ingeniero de Control
joaocontrol@gmail.com

Trabajo Dirigido de Grado como requisito parcial
Para optar al título de
Magíster en Ingeniería Administrativa

Director: **JORGE ROBLEDO VELASQUEZ**
Ingeniero Mecánico, Ph.D.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE MINAS
Escuela de la Organización
Medellín 2010

AGRADECIMIENTOS

*Cualquiera que hayan sido nuestros logros, alguien nos ayudó a alcanzarlos
(Althea Gibson)*

Muchas personas han intervenido, de una manera u otra, en la elaboración de mi Tesis de Maestría; unas aportando su conocimiento, otras con un sabio consejo; todas, con una palabra de ánimo. Muchos son los nombres que deberían figurar en una relación, pero me parece arriesgado, confiando a la memoria, escribir la larga lista sin que haya un olvido y que alguien se sienta menospreciado; es por esto que no lo haré.

Sin embargo, creo que es imprescindible recordar ahora a quienes influyeron de manera decisiva al principio de todo y, en especial, a quienes aparecieron en los momentos de desánimo o desconsuelo. Así, siempre estará en mi recuerdo el Dr. **Jorge Robledo Velásquez**, director del presente trabajo y su valiosos aportes y orientación. Por transformar este trabajo en un “muy buen” trabajo, por el tiempo dedicado y por el afecto mostrado, también a la profesora **Ana Lucia Pérez Patiño**, por la dedicación, experiencia y aportes muy significativos en es desarrollo de este trabajo, al **Dr. Salvador Estrada** por sus valiosos consejos y aportes a la investigación, al Ingeniero **Miguel David Rojas López** por sus importantes aportes.

Además a todos los miembros del proyecto “Metodología para evaluación y monitoreo de capacidades de innovación en empresas de software y tecnologías relacionadas en Antioquia” dentro del cual se enmarca el presente trabajo, y un agradecimiento especial a COLCIENCIAS, por los apoyos financieros durante la realización del trabajo.

A todos: GRACIAS

Jefferson Joao Aguirre Ramírez

METODOLOGIA PARA MEDIR Y EVALUAR LAS CAPACIDADES TECNOLOGICAS DE INNOVACION APLICANDO SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA: CASO FÁBRICAS DE SOFTWARE.

AUTOR

Ing. Control. Jefferson Joao Aguirre Ramírez

DIRECTOR

Ing. Mecánico., PhD. Jorge Robledo Velásquez

**Maestría en Ingeniería Administrativa
Escuela de la Organización – Facultad de Minas
Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín**

Palabras clave: Innovación, Capacidades Tecnológicas de Innovación, Capacidades Constitutivas, Lógica Difusa, Conjuntos Borrosos, Fabricas de Software, Conjuntos difusos Mamdani.

Resumen: El presente trabajo expone una metodología para medir y evaluar las Capacidades Tecnológicas de Innovación (CTI) y su impacto en el desempeño de fábricas de software. Aunque la medición del nivel de CTI es un proceso complejo, la metodología propuesta enfrenta este desafío caracterizando las CIT en capacidades constitutivas según la base de conocimiento establecida por empresarios y expertos en el tema, la herramienta aplicada para calcular el nivel de CIT en una fábrica de software fue lógica difusa, aplicando conjuntos difusos del tipo integral Mamdani. La metodología fue verificada y validada con la industria Antioqueña.

Actualmente no existe ninguna herramienta formal para medir y evaluar las CTI en una industria tan específica como la del software, que presenta dinámicas de comportamiento y crecimiento trascendentales, basadas en la innovación constante. Por tal motivo se adelantó la investigación en búsqueda de aportar al desarrollo del conocimiento, la ciencia y el desarrollo del país.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE ANEXOS.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Planteamiento del Problema.....	11
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivo General.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Hipótesis de Investigación.....	12
1.4 Metodología.....	12
2. FUNDAMENTOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES.....	14
2.1 Innovación.....	14
2.1.1 Categorías de la innovación.....	16
2.1.1.1 Innovación Incremental.....	16
2.1.1.2 Innovación Radical.....	17
2.1.1.3 Innovación Sistémica.....	17
2.1.1.4 Revoluciones Tecnológicas.....	17
2.1.2 Relación entre Innovación y Desarrollo.....	17
2.2 Capacidad Tecnológica de Innovación (CTI).....	18
2.3 Medición de CTI.....	20
2.3.1 Tipos de variables.....	25
2.3.1.1 Indicadores Cuantitativos.....	26
2.3.1.2 Indicadores Cualitativos.....	27
2.4 Fábricas de Software.....	28
2.4.1 Orígenes de las Fabricas de software.....	29
2.4.2 Fábricas basadas en Entornos de Desarrollo Integrados...	29
2.4.3 Fábrica de software basada en la madurez de procesos....	30
2.4.4 Fábrica de software basada en la reutilización.....	30

2.4.5 Fábricas de renovación de software.....	31
2.4.6 Fábricas enfocadas a otras técnicas de gestión de la calidad	32
2.4.7 Componentes, Modelos y Líneas De Productos.....	31
3. LÓGICA DIFUSA.....	33
3.1 Teoría de Conjuntos Borrosos.....	33
3.2 Operaciones entre Conjuntos Difusos.....	35
3.3 Tipos de Sistemas de Lógica Difusa.....	38
3.3.1 Sistema tipo Sugeno.....	38
3.3.2 Sistema tipo Mamdani.....	40
3.4 Métodos de Concreción.....	43
3.5 Aplicaciones Borrosas.....	44
4. DISEÑO DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA	45
4.1 Metodología.....	49
4.1.1 Tamaño de Fabrica de Software.....	49
4.2 Programación con Lógica Difusa.....	50
4.2.1 Variables Lingüísticas (ML) de las variables de entrada y salida.....	51
4.2.2 Programación de Bloques Operadores	53
4.2.3 Generación de Base de Conocimiento.....	54
4.2.4 Diagrama de Programación.....	55
4.2.5 Diagrama Relacional de Base de Datos e Interfaz Web...	56
4.3 Verificación y Validación del Instrumento.....	56
4.4 Instrumento Desarrollado.....	58
5. ANALISIS Y RESULTADOS.....	60
6. LIMITACIONES.....	62
6. PROPUESTAS PARA NUEVOS ESTUDIOS.....	62
6. CONCLUSIONES.....	63
Anexos.....	64
Bibliografía.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fases del Proyecto.....	13
Figura 2	Categorías de la Innovación según Freeman y Pérez.....	16
Figura 3	Tipos de Variables e Indicadores.....	26
Figura 4	Función de Pertenencia de la variable T (Zadeh, L. (1965))	30
Figura 5	Operadores Y, O y No, según la lógica clásica y la LD.....	37
Figura 6	Ejemplos de Funciones Y y O en LD.....	37
Figura 7	Sistema Difuso Sugeno, Procesamiento General.....	38
Figura 8	Sistema Difuso Sugeno, Procesamiento Detallado.....	49
Figura 9	Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento General.....	40
Figura 10	Taxonomía empleada de Lógica Difusa.....	41
Figura 11	Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento Detallado.....	42
Figura 12	Capacidades de Innovación Tecnológica.....	45
Figura 13	Definición de Capacidades consideradas en la metodología.....	47
Figura 14	Interfaz del Software Utilizado.....	50
Figura 16	Modelo Lingüístico de Entrada LM1.....	51
Figura 17	Modelo Lingüístico de Entrada LM2.....	51
Figura 18	Modelo Lingüístico de Entrada LM3.....	51
Figura 19	Modelo Lingüístico de Entrada LM4.....	51
Figura 20	Modelo Lingüístico de Entrada LM5.....	51
Figura 21	Modelo Lingüístico de Salida LM_Out.....	51
Figura 22	Estructura del Sistema de Lógica Difusa para Medir y Evaluar CTI.	53
Figura 23	Reglas de Bloques Operadores	53
Figura 24	Programación del peso de cada Variable.....	54
Figura 25	Diagrama Relacional de bases de Datos.....	56
Figura 26	Diagrama general del Proceso Metodológico.....	57
Figura 27	Ejemplo de diagnostico obtenido en una fábrica de software.....	58
Figura 28	Ejemplo de Diagnostico en la simulación para la empresa Grande....	61
Figura 28	Ejemplo de Diagnostico en la simulación para la empresa Pequeña....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Primeros hitos en la historia de las fábricas de software.....	28
Tabla 2	Variables y Factores, identificación para programación en FuzzyTech...	48
Tabla 3	Tamaño de Fábrica	49
Tabla 4	Asignación de Modelo Lingüístico para cada Variable.....	52
Tabla 5	Ejemplo de Base de Conocimiento	55
Tabla 6	Resultados de Capacidades	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Diagrama Relacional en FuzzyTech para Micro y Fami Empresas, Pequeñas, Medianas y grandes Empresas.....	69
Anexo 2	Tabla de Criterios con ponderación para Micro y Fami Empresas, Pequeñas, Medianas y grandes Empresas.....	73
Anexo 3	Encuesta para empresarios en formato HTML.....	82
Anexo 4	Respuesta de Expertos.....	88

INTRODUCCIÓN

La necesidad de contar con instrumentos que permitan dimensionar los esfuerzos y resultados asociados al cambio tecnológico en un sector como el software, que presenta dinámicas de crecimiento e innovación trascendental, ha creado la necesidad de desarrollar y proponer una herramienta especializada que mida y evalúe las Capacidades Tecnológicas de Innovación (CTI), de esta manera poder potencializar su crecimiento e ingreso al mercado internacional. Desde la perspectiva de los Recursos y Capacidades para analizar la competitividad empresarial (VBR- Resource-Based View of the Firm; Grant (1991); Amit y Shoemaker, (1993), se reconoce la importancia crítica de los recursos como base para la construcción de capacidades organizacionales que sustenten la competitividad de las empresas. A partir de allí, los conceptos de recursos y capacidades han venido siendo explorados en múltiples investigaciones.

En particular, las CTI vienen siendo objeto de amplio estudio, dada la afirmación que “las empresas que no son capaces de sostener niveles satisfactorios de capacidades de innovación en el tiempo, mostrando un débil desempeño en términos de competitividad y resultados económicos” (Capaldo et al. 2003). Si bien analistas como Rousseva (2008), definen la CTI como “La gran variedad de conocimientos y habilidades de las empresas, necesario para adquirir, asimilar, utilizar, adaptar, cambiar y crear tecnología”, el concepto mismo de CTI y, principalmente, su medición y evaluación, son temas que todavía están en discusión. Este problema conceptual y metodológico adquiere connotaciones particulares de altísima importancia para las fábricas de software (Bemer 1968) que, como en el caso colombiano, surgen en un contexto de economía en desarrollo y buscan ingresar tardíamente al mercado global del software (Arora y Gambardella 2005; Rousseva, 2008).

La sistematización y cuantificación de las actividades de investigación, desarrollo e innovación ha contribuido a acelerar el ritmo del cambio tecnológico, lo cual ha llevado a incrementar las capacidades tecnológicas requeridas para participar en mercados cada vez más dinámicos y asegurar la participación y permanencia es un proceso cada vez más complejo. En este contexto, el desarrollo de un instrumento para evaluar las CTI de las empresas se convierte en una valiosa herramienta para el diagnóstico y la formulación de políticas tanto públicas como privadas para incrementar el conocimiento y el crecimiento, porque además complementar los ya tradicionales indicadores de I+D se incluyen los demás factores que favorecen el cambio y la gestión tecnológica.

En el presente trabajo se parte de la revisión de la literatura. Posteriormente, se propone una metodología, cuyo referente teórico parte de la caracterización de variables para crear la base de conocimiento y la estructura de la propuesta, además considera los aportes de analistas como Furman (2002), Capaldo (2003), Yam et al. (2004), Nelson (1996) y Winter (2000-2003), Rousseva (2008) y Wang et al. (1992-1994-2008). Para la medición y evaluación de las CTI se implementa un modelo de lógica difusa y conjuntos del tipo integral fuzzy – Mamdani. Finalmente, la verificación y validación, se realizó de forma experimental en empresas de Antioquia – Colombia.

1.1 Planteamiento del Problema

La combinación de recursos en la organización podría influir directa o indirectamente en el proceso de innovación y en la obtención de ventajas. La innovación se considerará como el resultado de un conjunto de recursos tangibles e intangibles que le permite a la empresa adaptarse al ambiente externo por medio de la utilización, adaptación y generación de nuevas tecnologías.

Comprender los factores que generan ventajas competitivas, está estrechamente relacionados con la exigencia de realizar un análisis del proceso de construcción y mantenimiento de las CTI, así como reconocer que no se puede encuadrar su estudio en una teoría general. Para entender como las firmas construyen sus CTI se debe analizar el contexto desde una perspectiva integral. Es por esta razón se desea realizar una investigación detallada en este campo, generando conocimiento al desarrollar una metodología para medir y evaluar las CTI, validándolo por medio de la práctica experimental en empresas en el cluster de software en Antioquia.

En las investigaciones realizadas sobre CTI y el estudio del estado del arte, se han encontrado diferentes propuestas así como (Guang y Ma 2006); Tschang (2001); Sands (2005); Rouseva (2007) para regiones particulares como India, Israel, Bulgaria, China y algunos países Europeos, a pesar de esto, las aproximaciones teóricas y metodológicas existentes tanto para la medición como para la evaluación, persiste la falta de modelos formales y la evidencia empírica que ayuden a comprender el fenómeno. (Grundey 1998, Tschang (2003), principalmente por la falta de integración de diferentes tipos de variables, un análisis integral matemático formal entre ellas, la particularización según el clúster y el tamaño de la empresa, igualmente, emergen serias dudas sobre la adaptación de las propuestas teóricas, metodológicas e instrumentos existentes, para aplicarlas a fábricas de software por el grado sofisticación que presenta esta industria. Wenqiang Li (2010).

Esta brecha de conocimiento, de propuestas, metodológicas e instrumentales debe ser cerrada para avanzar de forma segura en la construcción de clusters competitivos, teniendo en cuenta la economía de países en desarrollo que buscan ingresar tardíamente al mercado global del software, es por tal motivo que se realiza una propuesta que cumpla con las características básicas ya planteadas en la literatura y logre satisfacer limitaciones de las metodologías existentes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un Modelo de medición y evaluación de Capacidades de Innovación para empresas de software de ingreso tardío al mercado mundial, involucrando métricas específicas que relacionen las capacidades de innovación y el desempeño.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión crítica del conocimiento y el estado actual de las técnicas e instrumentos relacionados con la medición y evaluación de las CTI y analizar su aplicación a las empresas de software de países de ingreso tardío al mercado internacional.
- Proponer un modelo de medición y evaluación.
- Desarrollar un instrumento de medición y evaluación de las capacidades de innovación que tenga en cuenta:
 - a) Métricas específicas aplicables a pequeñas y medianas empresas de software
 - b) Criterios de evaluación que relacionen las capacidades de innovación y el desempeño de empresas de software de países de ingreso tardío.
- Generar recomendaciones de política y gestión a partir de las conclusiones del trabajo.
- Validar el instrumento con algunas empresas del clúster Antioqueño de software, por lo menos una para cada tamaño de empresa.

1.3 Hipótesis de Investigación

Es posible desarrollar una metodología para medir y evaluar la capacidad tecnológica de innovación, a partir de un modelo conceptual que integre una adecuada clasificación y métrica de las capacidades inherentes en este proceso, específicas para la industria de software y contemplando los diferentes componentes de la organización, de forma que las empresas que utilicen la metodología propuesta, logren determinar el nivel de CTI que posee la empresa con el fin de poder crear estrategias específicas para incursionar en economías pioneras.

1.4 Metodología

El desarrollo de la investigación se estructura bajo la estructura de proyecto, considerando las tareas necesarias y críticas para alcanzar el objetivo propuesto de una manera lógica y cronológicamente ordenada. Se consideraron 4 procesos vitales que se muestran en la *Figura 1*, para cada uno de ellos se crearon diferentes sub-tareas que marcaron la dirección y el método de trabajo.

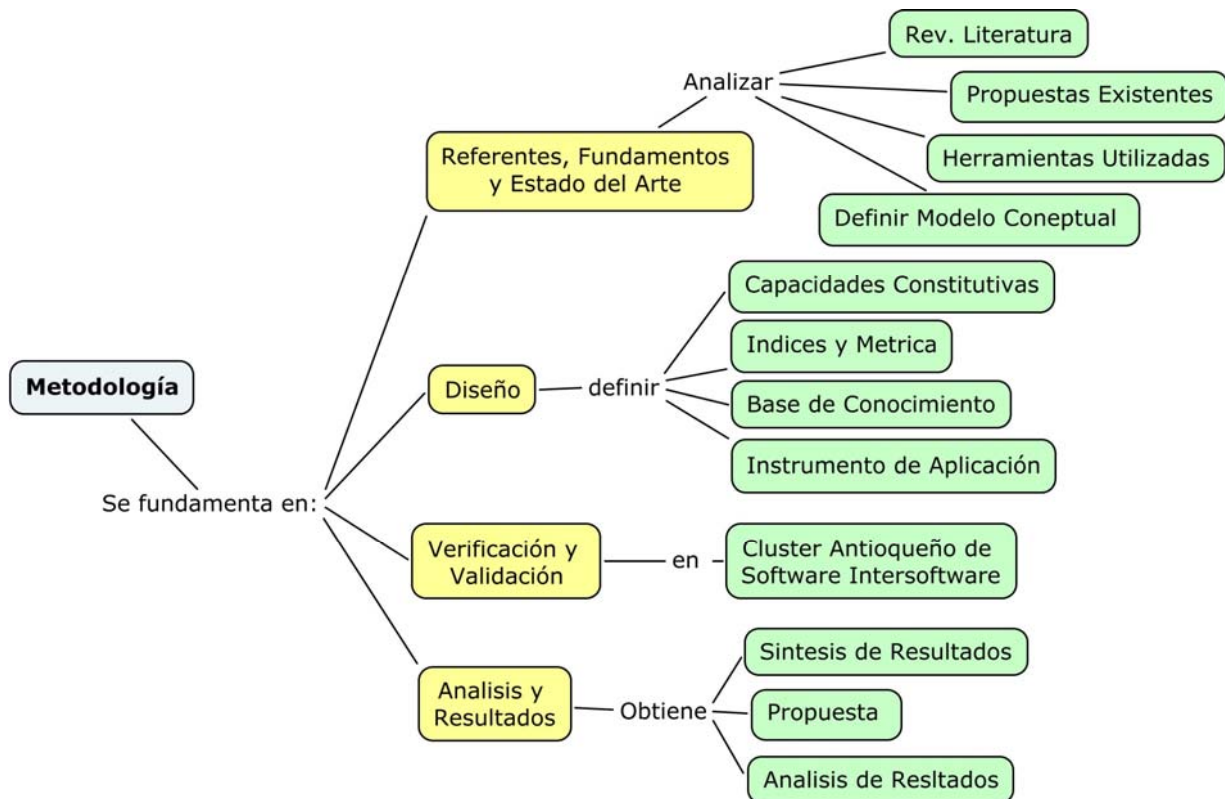


Figura 1. Fases del Proyecto

Cabe precisar además que el desarrollo de ese modelo conceptual comprenderá a su vez pasos básicos que son:

- Paso 1. Revisión de información existente en el tema.
- Paso 2. Construcción, planeación y diseño de la propuesta a desarrollar.
- Paso 3. Validación experimental.
- Paso 4. Ajuste tras la validación.
- Paso 5. Síntesis y análisis de resultados.

CAPITULO 2

CAPITULO 2: FUNDAMENTOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES

2.1 INNOVACIÓN

Antes de proceder al desarrollo del trabajo, se considera conveniente delimitar el concepto de innovación. El término innovar etimológicamente proviene del latín innovare, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades. Una de las definiciones clásicas del concepto fue la realizada por Schumpeter (2002). Este autor considera la innovación como *“la puesta en práctica de una nueva combinación, esto es, la introducción de un nuevo bien o método de producción no probado, la apertura de un nuevo mercado, la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento y la creación de una nueva organización de cualquier industria”*.

Uno de los principales aportes que introduce la obra de Schumpeter está referido al análisis de las prácticas productivas a las que denominó rutinas, definiéndolas como el conjunto de ideas o reglas que rigen la conducta diaria de la empresa. Desde esta perspectiva, la innovación tecnológica representa cambios en las rutinas, esto supone una transformación importante de orden cultural, puesto que las rutinas arraigadas en la práctica diaria de cada actor, determinan en muchos casos una alta resistencia al cambio. Posteriormente expertos en el tema desarrollaron el concepto de rutinas productivas, las cuales constituyen la competencia de las empresas, en la medida que articulan los conocimientos y las habilidades (know how) de los diferentes miembros de la organización, acumulando el conocimiento operativo, tecnológico, convirtiéndose en fuente de ventajas competitivas.

Otra definición es la establecida por la OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development and Statistical Office of the European Communities 2005), en el Manual de Oslo, en el cual se contemplan algunas categorías establecidas por Schumpeter entre otras. En concreto la OCDE manifiesta que la innovación es: *“introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un método nuevo de comercialización (mercadotecnia) o de un nuevo método organizativo en las prácticas internas de una empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Este concepto engloba los productos, los procesos y los métodos que las empresas son las primeras en desarrollar y aquellos que han adoptado de otras empresas u organizaciones, la innovación implica la puesta en marcha de un nuevo proceso de producción de nuevo conocimiento, la medición de la actividad innovadora desempeñada por las empresas debe recoger el conjunto de fuentes de nuevas ideas y de actividades que contribuyen al éxito de los proyectos de innovación, desde la I+D hasta la calificación de los gestores, actividades de marketing ligadas a la innovación, actividades de monitorización y seguimiento de las actividades productivas, como control de calidad, de producción, apoyo público a la innovación, adquisición de tecnología incorporada y no incorporada, gastos de entrenamiento y aprendizaje, cooperación con terceros, etc.”*

Por otro lado “*La innovación es la herramienta específica de los empresarios innovadores; el medio por el cual explotar el cambio como una oportunidad para un negocio diferente (...) Es la acción de dotar a los recursos con una nueva capacidad de producir riqueza. La Innovación crea un ‘recurso’. No existe tal cosa hasta que el hombre encuentra la aplicación de algo natural y entonces lo dota de valor económico*” (Drucker, 1985).

Según Guan y Ma (2003), la innovación debe ser “*la capacidad definida mediante el empleo de diversos ámbitos y niveles para satisfacer los requisitos de la estrategia de la empresa y dar cabida a condiciones de entornos competitivos especiales para la empresa*”. Del mismo modo, Lall (1992) adoptó la misma posición en la definición de la innovación como “*la capacidad de absorber las habilidades y conocimientos necesarios para la convertir eficaz una organización y mejorar las tecnologías existentes y crear nuevas tecnologías*”.

El proceso innovador ha sido ampliamente analizado en diversas regiones. Así, el concepto ha sido aplicado en Europa (Djellal et al. 1999; Sanpedro 2003; Romijn y Albaladejo, 2002; Rumelt 1987; en Estados Unidos (Bellavista 1991; Barney 1991; Lawson, B. y Samson, D. (2001).), en Asia (Ching-Chiao Yang (2009)) e incluso a países en vías de desarrollo como India, Méjico o Argentina (Bianco y Lugones 2003, Junqueira et al 2005, Guiarratana y Pagano 2005). La lógica que subyace a todos estos trabajos es que, en función de la región objeto de estudio, se pueden encontrar diferentes nociones sobre los objetivos que llevan a las empresas a comenzar su proceso innovador, sobre las características de la estrategia innovadora y sobre los resultados del proceso innovador.

En el mundo se reconoce la creciente importancia de la innovación, el cambio tecnológico y organizacional como fuente de ventajas competitivas, sostenibles y acumulativas para las empresas. Por su parte, contar con empresas innovadoras no solamente implica una mayor competitividad de la economía en su conjunto, sino también la generación de avances tecnológicos potencializando los agentes económicos a favor de la rentabilidad organizacional, lo cual incide directamente en el desarrollo incremental del clúster, de la región o de un país (Tushman 1997-1998)

En conclusión, una innovación es la aplicación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien, servicio, o proceso), un nuevo método de comercialización, o un nuevo método organizativo en las prácticas comerciales, organización de trabajo o las relaciones exteriores. Se considera que esta última definición de ajusta mejor a la naturaleza de la innovación, por ser un concepto amplio en el cual se contemplan todas las dimensiones de la innovación que han de ser utilizadas para definir una empresa innovadora.

2.1.1 Categorías de la Innovación

Freeman y Pérez (1985) proponen cuatro categorías de innovación identificadas *Figura 2*



Figura 2. Categorías de la Innovación según Freeman y Pérez (1985)

2.1.1.1 Innovación Incremental. Es una innovación producida continuamente en la industria o cualquier actividad de servicios, No son generadas a partir de investigaciones ni es el resultado deliberado una actividad de I+D, sino el resultado de invenciones y mejoras sugeridas por miembros de la organización, por ejemplo el resultado de las iniciativas y propuestas presentadas por los usuarios o de otras personas que participen en el proceso de producción. Aunque su efecto combinado es sumamente importante en el crecimiento de la productividad y mejoras en la calidad de los productos y servicios, sin embargo, el efecto acumulativo de las innovaciones incrementales puede conducir a los aumentos de productividad superiores innovaciones radicales. (Freeman y Pérez 1985)

2.1.1.2 Innovación Radical. Representan la introducción de nuevos productos y procesos, una salida impredecible de la "trayectoria normal" de una tecnología, generados por grandes esfuerzos de investigación y un departamento específico de I+D y/o laboratorios de investigación universitarios. Son importantes como trampolines potencial para el crecimiento de nuevos mercados (producto o radical para las grandes mejoras en el costo y la calidad de los productos existentes (innovaciones radicales proceso). Durante largos períodos, las innovaciones radicales pueden tener efectos bastante dramáticos, pero su inmediato impacto económico es relativamente pequeño y localizado, a menos que toda una serie de innovaciones radicales están unidas entre sí en el surgimiento de nuevas industrias o los servicios, en cuyo caso constituye un nuevo sistema tecnológico. (Freeman y Pérez 1985).

2.1.1.3 Innovaciones Sistémicas (Nuevos Sistemas Tecnológicos). Son cambios trascendentales en la tecnología, afectando varias ramas de la economía y dando lugar a sectores industriales completamente nuevos. Se basan en una exitosa combinación de innovaciones radicales e incrementales, junto con innovaciones organizativas que afectan a un gran número de empresas, la formación de *clusters* de técnica y económicamente interrelacionados y mutuamente interdependientes. Que a menudo conducen a la proliferación de innovaciones radicales que difunden en la economía, generando un gran número de menores o innovaciones incrementales ("efecto de"). (Freeman y Pérez 1985).

2.1.1.4. Revoluciones Tecnológicas O Nuevos Tecno-Paradigmas Económicos.

Representan cambios en los sistemas tecnológicos que son tan de gran alcance en sus efectos que tienen una gran influencia en el comportamiento de toda la economía. Corresponden a las "tormentas de destrucción creativa" (el declive de la "antigua" las industrias y ocupaciones, acompañado de una muy desigual proceso de adaptación estructural con importantes desfases temporales) que se hallan en el corazón de la teoría de Schumpeter de ondas largas en el desarrollo económico.

Una revolución tecnológica implica la introducción de nuevas tecnologías con el potencial de transformar una amplia gama de actividades económicas, dando lugar a una serie de cambios tecnológicos interrelacionados, incluyendo la reducción drástica en el costo de muchos productos y servicios, drásticas mejoras en las características tecnológicas de muchos productos y procesos, los efectos ambientales, efectos y generalizada en toda la economía. (Freeman y Pérez 1985)

2.1.2 Relación entre Innovación y Desarrollo

Schumpeter (2002) afirma que la innovación posibilita la existencia y crecimiento para el desarrollo socio-económico, por medio de un efecto de retroalimentación. A su vez, Freeman (1982) establece que la innovación es una condición primordial del progreso económico y representa un importante elemento en la competitividad de las empresas y de Naciones. La innovación es primordial para que las naciones aumenten su riqueza y además, permite al hombre cambiar su calidad de vida, para bien o para mal. Además puede dar lugar no sólo a una mayor cantidad de bienes, sino también a nuevos bienes y servicios (Freeman, 1982). Así, la innovación es relevante, no sólo para acelerar el crecimiento económico, sino también para mejorar la calidad de vida de los individuos.

La creciente adquisición de capacidades para la generación de nuevas tecnologías no sólo repercute en las cualidades de la actividad industrial de un país sino que también en sus potencialidades de crecimiento económico a largo plazo (Nelson 1981 y Fransman 1985, citados por Napal 2001). Camagni (1991) enuncia que el conocimiento se retroalimenta y origina un círculo virtuoso de creación de nuevo conocimiento. A su vez, la búsqueda de soluciones para incluir la innovación tecnológica en las políticas de crecimiento ha originado una importante serie de estudios en relación al fenómeno de la innovación (Fernández 2002).

El sistema de investigación origina un gran porcentaje de las materias primas, productos, procesos y sistemas nuevos y perfeccionados, que constituyen la fuente última del avance económico. Sin la innovación tecnológica, el progreso en economía se detendría (Freeman 1985). Cuantos más innovadores sean los agentes de desarrollo, más factible será el desarrollo local. Porque se afrontará de una forma más eficiente la satisfacción de las necesidades locales y se darán mejores respuesta a las demandas de la comunidad.

Además, el desarrollo será más factible en aquellas comunidades en las que exista un ambiente propicio para la innovación, donde el cambio sea visto como algo positivo, donde exista cooperación y aprendizaje colectivo, interacción entre las instituciones tecnológicas y las empresas del medio. En aquellas comunidades en las que el entorno genere externalidades de red positivas, tales como las analizadas al explicar los conceptos de distritos y clúster. En aquellas comunidades en las que exista una verdadera interacción entre las diferentes entidades públicas y privadas, donde el esqueleto institucional este bien consolidado, y en las que las actividades formales e informales de investigación y aprendizaje estén desarrolladas. Esto último para que sea posible que se den los efectos de retroalimentación enunciados al hablar de sistemas de innovación.

En síntesis, en esta sección se ha querido esbozar la importancia de los procesos innovadores para el desarrollo de una comunidad. Y se ha intentado destacar el importante rol que tiene el Estado a la hora de facilitar la fluidez de relaciones entre los diferentes actores sociales, y al momento de ser partícipe y regular las actividades de investigación y desarrollo.

2.2 CAPACIDAD TECNOLÓGICA DE INNOVACIÓN (CTI)

La capacidad tecnológica de innovación (CTI), puede definirse como “la gran variedad de conocimientos y habilidades necesarias que las empresas pueden adquirir, asimilar, utilizar, adaptar, cambiar y crear tecnología” (Ernst et al., 1998). La literatura presenta diferentes propuestas metodológicas abordado por autores como: (Arrifin, 1999). Katz (1972), Bell (1984), Lall (1992), Bell y Pavitt (1993, 1995), Kim (1997), Figueiredo (2004), Rousevea (2008), Prasnikar (2008), Chun-Hsien Wang (2008), entre otros.

Según Winter (2003), la capacidad de innovación representa una serie de recursos que las empresas, poseen o no, y de la combinación de los mismos depende la eficacia del proceso de innovación, y consecuentemente la generación de novedades. De la mano de Winter, Prajogo y Ahmed (2006), definen la capacidad de innovación como el potencial que tiene la organización para innovar, es decir, la habilidad de la organización para adoptar o implementar con éxito mejoras graduales o productos nuevos.

En el enfoque según Winter, la empresa se visualiza como poseedora en cualquier momento, de ciertas capacidades y reglas de decisión (rutinas). Estas últimas, con el tiempo se modifican debido a los esfuerzos deliberados que realizan los actores para resolver los problemas que se presentan y también como respuesta a los eventos aleatorios que se enfrentan. En este sentido, desde la dimensión orgánica, la empresa puede concebirse como un ser vivo en constante evolución, resultante del aprendizaje colectivo en la que dos aspectos son esenciales: primeramente las rutinas organizativas, y en segundo lugar, los procesos de búsqueda, selección y retención de fuentes de riqueza empresarial; esto es, los procesos de desarrollo de nuevas rutinas, capaces de crear valor en diferentes condiciones competitivas que perduren en el tiempo.

Al respecto, Vence Dexa (1995) define las rutinas como reglas y procedimientos de decisión, constituyendo estructuras previsibles y uniformes, son el producto de procesos de aprendizaje, lo que posibilita la toma de decisiones en las organizaciones donde se implementan. Cuando adquieren las rutinas la consideración de genes de la empresa, determinan lo que la empresa es y lo que puede llegar a ser, teniendo en cuenta las condiciones en las que desarrollan sus actividades. Las rutinas, son resultados de la historia pasada, por lo que su reproducción en otros contextos es compleja; de esta forma, se explica su carácter específico y lo idiosincrásico de sus procesos de creación.

El carácter de la rutina, dentro de las capacidades dinámicas, implica que las organizaciones desarrollen experiencia, gradualmente inmersa en la rutina, para el desarrollo de las capacidades, los costos asociados a esto tienden a decrecer en el tiempo (Liu y Wang 2003). Las capacidades dinámicas pueden por tanto, hacer de las organizaciones más eficientes en su capacidad para generar la rutinización de actividades y que se constituye en uno de los aspectos más importantes para que la organización constituya una ventaja competitiva (Wen-min y Wei-Kang 2010).

Para la organización innovadora, el desarrollo de ese conjunto de capacidades dinámicas le llevará a adoptar roles y retos necesarios en una estrategia orientada hacia la innovación, que permita la obtención de ventajas competitivas temporales, tal como lo impone en un ambiente que es cambiante y que no permitirá disponer de formulas seguras, pero que si permitirá responder ante las crisis con mayor acierto y flexibilidad. Puede suponerse entonces que un mejor y acertado desarrollo de las capacidades dinámicas conducirá a un mejor desempeño innovador.

Autores como Teece (1997) y Dosi, et al (2000) han señalado que las capacidades de innovación son fuente de competitividad de las empresas, donde la innovación tiene que ver con la generación y gestión del conocimiento y consecuentemente con el proceso de aprendizaje. Las capacidades de innovación son construidas a lo largo del tiempo y no son fácilmente observables, por lo que su análisis exige una reconstrucción a través del tiempo. Muchos teóricos se han preocupado por identificar y analizar los factores que generan las ventajas competitivas de las empresas.

López y Lugones (1998) plantean que la capacidad tecnológica se puede dividir en dos clasificaciones, la explotación de las capacidades tecnológicas inicialmente generada de la obtención de la innovación radical que se convierte en el diseño tecnológico dominante a través de una largo período de tiempo y, en segundo lugar, con respecto a la innovación incrementales sucesiva, la que mejoren determinadas características, hasta ser superada por un cambio hacia un nuevo sistema.

Guan et al. (2006) sostuvo que las CTI no sólo depende de capacidad tecnológica, sino también en la capacidad crítica en el ámbito de la fabricación, comercialización, organización, la planificación de la estrategia, el aprendizaje y la asignación de recursos. También han definido CTI como la capacidad de siete dimensiones, a saber, capacidad de

I+D, la capacidad de fabricación, capacidad de comercialización, la capacidad de explotar los recursos, capacidad de organización y capacidad estratégica. En conclusión, las CTI de una empresa se basan en múltiples criterios, que comprenden cuantitativos y cualitativos.

La construcción de la capacidad organizacional no es un activo, mecánico o automático del proceso. Este es un concepto estructurado que encierra los procesos de aprendizaje y acumulación de diversos conocimientos y habilidades, y su combinación, en un intento de desarrollar el dominio de las nuevas tecnologías. Por esta razón se considera que el concepto que mejor reúne el significado de capacidad es: “La capacidad de innovación representa una serie de recursos que las empresas, y de la combinación de los mismos depende la eficacia del proceso de innovación, y la generación de novedades, el desarrollo de conocimientos y la comprensión de las tecnologías modernas es acumulativo, las empresas específicas y un contexto específico de acumulación de conocimiento tácito y codificado” (Nelson y Winter 1982)

En general se puede considerar la CTI como la habilidad de la empresa para integrar recursos y alcanzar los objetivos deseados, sostenibles en el tiempo. Las capacidades de la organización son el resultado de combinar y desplegar sus tecnologías y las de sus aliados estratégicos donde se desarrollan a través del tiempo como resultado de complejas interacciones que aprovechan las interrelaciones entre los recursos Tangibles e Intangibles de la firma. Los recursos intangibles están basados en el desarrollo, trasmisión, compartir e intercambio de información y conocimiento a medida que es transferido por los empleados de la firma. Para que una organización sea capaz de lograr sus objetivos necesita articular y combinar diferentes tecnologías (propias y de otros). Las capacidades que una compañía desarrolla y que son difíciles de imitar se denominan capacidades distintivas. Las capacidades distintivas que son clave para desarrollar ventajas competitivas sostenibles y nuevos frentes y horizontes de crecimiento se denominan capacidades estructurales.

2.3 MEDICIÓN Y EVALUACION DE CTI

El acto de medir es un componente esencial en la investigación científica. Pero, uno de los grandes problemas en medición de la innovación se debe a la característica de las variables que son difíciles de objetivar, y por razones obvias muy difíciles de medir. A nadie le causa inconveniente trabajar con variables cuantitativas, pero, es indudable que para trabajar con variables cualitativas como sensaciones, percepciones, criterios, calidad, valoración, se encuentra general ante escenarios de gran complejidad, porque la medición de elementos subjetivos es muy difícil; lo que no significa que no se pueda realizar, que se logre minimizar o incluso reemplazar por variables cuantitativas.

Existen numerosos estudios empíricos sobre la evaluación del impacto de la innovación en las empresas y el rendimiento de innovación sobre la rentabilidad de la organización. Difieren en términos de variables dependientes (por ejemplo, el crecimiento de las ventas, los márgenes de beneficio, la productividad) y variables explicativas (por ejemplo, la I+D, patentes, la innovación de salida). La mayoría de ellos encuentran un efecto positivo (por

ejemplo, Griliches (1986); Hall y Mairesse (1995); Crépon et al. (1998); Lööf y Heshmati, 2002). Los recursos de las empresas y las capacidades son difíciles de medir, esta área de investigación sigue siendo en gran medida conceptual. Estudios empíricos demuestran que existe un efecto positivo sobre el rendimiento de la empresa (por ejemplo, Knott y McKelvey, 1999; Lorenzoni y Lipparini 1999).

El primero en abordar empíricamente el papel de la innovación para el crecimiento económico es de Solow (1957). Utilizando una función de producción *Cobb-Douglas* llega a la conclusión de que los insumos tradicionales de la función de producción, es decir, mano de obra y capital físico, sólo explica una fracción del crecimiento económico. La fracción restante se genera como resultado de los avances tecnológicos.

Durante las décadas que siguieron, muchos autores trabajaron en esta estructura de innovación para luego encontrar una forma de expresar el progreso tecnológico como una variable explicativa explícita de crecimiento económico, y no sólo como un elemento residual. Una contribución importante es de Minasian (1969) quien propuso por primera vez a los representantes de los avances tecnológicos y de indicadores de I+D e introducir directamente en la función de producción. Este enfoque ha sido aplicado y más elaborados por autores como Cohen W. y Levinthal D. (1990), Del Monte y Papagani (2003) y Hall y Mairesse (2009)

Jones et al (2003) afirman que “el desafío principal para el futuro es desarrollar y aplicar un grupo de nuevos indicadores que den cuenta de las dinámicas de los procesos de innovación y de la creación de conocimiento en un amplio contexto económico y social. Esto demanda un enfoque de múltiples indicadores, e implica desafíos permanentes para la consolidación de avances recientes” (Jones, Sainsbury, Dowie, y Kavanagh, 2003).

La capacidad de reconocer, asimilar y explotar la información y el conocimiento externo sería un aspecto fundamental de la capacidad de innovación de una empresa (Cohen W. y Levinthal D. (1990). Otra contribución sobre la relación entre la medición de la innovación y el rendimiento, proviene de Crépon et al. (1998) conceptualmente, estos autores presentan la innovación como un proceso que comienza con la I+D y continúa con la aplicación de las patentes y la venta de nuevos productos. Empíricamente, construyeron un modelo explicando el incremento de la productividad por medio de la innovación y la inversión en investigación. Sus resultados demuestran que se trata de hecho de la innovación en la producción (las patentes y las ventas de productos nuevos) que impulsa la empresa a la productividad.

A pesar de los ejercicios de normalización, tales como los manuales y las encuestas estandarizadas, no es claro que las comparaciones sean realmente adecuadas, teniendo en cuenta el concepto actual que tienen los empresarios en temas referentes a innovación (en general se considera innovación solamente productos nuevos o recursos tecnológicos). Si bien algunos países ya han realizado encuestas de innovación para el sector servicios, la terminología utilizada todavía está sesgada hacia la innovación tecnológica, la innovación

organizacional y la gestión aún no es incorporada, las cuales están altamente correlacionadas con la innovación en servicios (Djellal y Gallouj (1999); Jones et al. (2003); Tether et al. (2002)).

Por otra parte, el énfasis en I+D va también en deterioro en el sector servicios, ya que se ha comprobado en países europeos es menos probable que las empresas de servicios innovadoras lleven a cabo actividades de I+D en comparación con las empresas de bienes (Tether et al., 2002). Caso que se analizará en particular para empresas de software que presentan estos dos comportamientos simultáneamente.

En el modelo conceptual de Lawson y Samson (2001), la capacidad de innovación está sustentada en el desarrollo de siete elementos: visión y estrategia, inteligencia organizacional, creatividad, administración de las ideas, estructura organizacional, cultura y clima laboral y administración de la tecnología. Bajo esta perspectiva, los recursos organizacionales toman un peso relevante en el desarrollo de la capacidad de la firma; aunque este análisis contempla elementos indispensables, excluye los recursos humanos y financieros.

Estudios que analizan las capacidades de las empresas y su potencial impacto en la ventaja competitiva y otras medidas de rendimiento son, principalmente conceptuales (por ejemplo, Nelson y Winter (1982); Teece y Pisano (1994), Patel y Pavitt (2000) sostienen que las empresas la medición de las capacidades es una tarea muy difícil, pero que el potencial de una idea que podría obtener de la medición es el intento vale la pena.

Ejemplos de diferentes contribuciones incluyen Geroski et al. (1993) que muestran que el efecto directo sobre la rentabilidad de la empresa de producción de una innovación se complementa con un efecto indirecto como consecuencia del desarrollo de capacidades internas, el estudio de Lorenzoni y Lipparini (1999) sobre la capacidad relacional de las empresas como un distintivo de la capacidad de organización que conduce a la superior capacidad de innovación y crecimiento, y el estudio empírico de Kremp y Mairesse (2004) sobre el impacto de la gestión de los conocimientos sobre las prácticas de la productividad del trabajo

Entre algunos de los inconvenientes más frecuentes que se destacan al medir la innovación son: los sesgos de las encuestas de innovación hacia los sectores de servicios, manufactura, la alta tecnología, el sector privado y las empresas exitosas, problemas asociados con las clasificaciones industriales, el grado de novedad de la innovación, la firma como unidad de análisis.

El documento "Innovation Strategy and the Use of Performance Measures" (Davila et al 2004) examina el proceso de innovación estudiando las mediciones elegidas por los directivos y su relación con las distintas dimensiones de la estrategia de innovación. La medición de la innovación sirve a los directivos para conocer mejor los procesos empresariales y, en consecuencia, diseñar con conocimiento de causa sus sistemas de

gestión. El estudio, basado en una encuesta realizada a 675 empresas, constituye un avance importante en la investigación sobre innovación gerencial, y la toma de decisiones, pero el estudio no aporta significativamente en la medición de las CTI, porque la característica principal es determinar el tipo de gerencia y gestión que se realiza en la organización.

Buesa y Molero (1992) proponen un modelo cuantitativo descriptivo con un tamaño muestral de 406 empresas españolas, implementando indicadores estadísticos cuantitativos. La metodología está construida con 37 variables, aplicando un análisis factorial, se agrupan en 4 componentes o factores que explican la varianza total del Sistema: Entorno regional y productivo de la Innovación, el papel la administración, de las universidades y de las empresas innovadoras en los sistemas de innovación. La varianza total explicada por el modelo correspondiente a cada factor, se obtiene el peso relativo de cada uno de ellos dentro del índice final creando cuatro índices parciales (uno por cada factor). Del mismo modo, la ponderación de las variables, dentro de los índices es calculado como porcentaje a partir del grado de correlación entre variables.

En el estudio realizado por Romijn y Albaladejo (2002), se exploran los determinantes de las CTI en pequeñas firmas diferentes, como software, electrónica y confecciones de Inglaterra. El análisis correlaciona los indicadores de los recursos internos “experiencia de los fundadores y administradores de la empresa, nivel académico y habilidades de los empleados y esfuerzos para mejorar la tecnología” y los recursos externos, con los resultados obtenidos de los procesos de innovación. Aunque esta investigación se convierte en un referente importante para la caracterización y medición de la capacidad de innovación, no es suficiente para explicar los resultados innovadores de las fabricas de software, ya que el análisis de capacidades se limita exclusivamente a la relación de recursos con los resultados tales como patentes y productos innovadores (Figueiredo, 2004). Adicionalmente, la investigación de Romijn y Albaladejo (2002), centra su análisis en los recursos humanos de la firma, excluyendo la influencia de recursos físicos, de mercado y financieros.

Autores como Arora y Gambardella (2005); Athreye (2005); Sands (2005); Breznitz (2005); Junqueira et al. (2005); Tschang (2005); Guiarratana et al. (2005) concluyen que las ventajas comparativas y las capacidades de las firmas, en particular las capacidades de innovación, han sido variables clave para la sobrevivencia en el mercado.

Otra propuesta consiste en un modelo planteado por Capaldo et al. (2003) donde evalúan la capacidad de innovación de tres pequeñas firmas italianas de software a partir de la relación entre la clase y la cantidad de recursos específicos (en los términos de Amit y Shoemaker, 1993; Barney (1991); Grant (1991); Rumelt, 1987), y la capacidad de innovación de la empresa. En esta investigación se observa una evolución conceptual al clasificar la capacidad de innovación en dos grandes bloques, capacidad de innovación tecnológica y de mercado. Este planteamiento facilita el análisis detallado de los recursos y el establecimiento de una relación más estrecha de los mismos con las capacidades específicas que explican las capacidades de innovación de la firma.

Los trabajos más reconocidos en este campo corresponden al ámbito institucional y llevan la firma de organismos estatales o internacionales con competencias en el terreno de la estadística macroeconómica, así como los esfuerzos realizados por la Unión europea que considera una dimensión regional de innovación, se está adquiriendo un mayor peso específico, como lo muestran los programas implementados para desarrollar la innovación como los RIS, RITTS, RTP¹, están siendo implementados en diversas Regiones Europeas.

Tal vez el estudio que mayor difusión haya tenido en los últimos años sea el EIS² que responde al interés, por parte de la Unión Europea, de identificar los factores responsables de las grandes diferencias entre las diversas regiones europeas en materia de innovación tecnológica. En dicha metodología se identifican un total de 17 indicadores encuadrados en 4 grupos: Recursos humanos para la innovación, Creación de nuevo conocimiento, Transmisión y aplicación del conocimiento, Aspectos financieros, resultados y mercados.

El EIS define una metodología por la cual se generan dos indicadores compuestos que permiten obtener un ranking de las regiones más innovadoras. El RNSII (Regional National Summary Innovation Index) el cual explica la posición relativa de cada región en su país de origen, y REUSII (Regional European Summary Innovation Index) por medio del cual se compara la posición relativa de cada región respecto a la media Europea. (Guijarro 1999).

El análisis por Salazar y Holbrook (2004) en relación con las encuestas de innovación se refiere a que éstas se enfocan en el sector de manufactura en detrimento del sector de servicios y el sector basado en recursos naturales; para efectos de la investigación se realizara referencia exclusiva al sector servicios. Las encuestas de innovación se concentran en innovaciones tecnológicas y especialmente en tecnologías duras, ignorando en medidas otros tipos de innovación basadas en tecnologías blandas (administración y gestión). Es así como las encuestas de innovación se han concentrado en las industrias manufactureras, donde las tecnologías duras se encuentran y por lo tanto donde las innovaciones TPP han de ocurrir (Salazar y Holbrook (2004)).

En el tema referente a evaluación de capacidades de innovación la propuesta más destacada pertinente al tema central de la investigación es de Rousseva (2008) quien cuenta con varios trabajos relacionados al tema³, centrándose en países de ingreso tardío de las empresas de software, sin importar el tamaño de la organización, considerando la capacidad tecnológica como el eje central de la investigación, donde analiza la acumulación, el nivel coherencia y la correlación de las capacidades tecnológicas y las capacidades tecnológicas nacionales orientadas a la exportación, donde la metodología analiza la producción de

¹ (Regional Innovation Strategies); (Regional Technology Programmes); (Regional Innovation Technology Transfer Strategies)

² “European Innovation Scoreboard”, 2001, 2002 y 2003 <http://www.proinno-europe.eu/index.cfm?fuseaction=page.display&topicID=275&parentID=51>

³ “Approach for analyzing capabilities in latecomer software companies” (2007), y “Identifying technological capabilities with different degrees of coherence: The challenge to achieve high technological sophistication in latecomer software companies (based on the Bulgarian case) (2008)

software domestico y software exportador, teniendo en cuenta como requisitos para el desarrollo la profundidad y el ajuste de las capacidades.

Autores como Chun-hsien Wang et al (2008), Zhi-Ping Fan et al (2009); Sang-Yon T. L, Hee-Woong K, y Sumeet G (2009) proponen un modelo para evaluar las capacidades de innovación en empresas de alta tecnología, con criterios bajo incertidumbre, empleando lógica Fuzzy, relacionando indicadores capacidades tecnológicas, de estructura, de cultura, de adquisición, de conversión, de aplicación y de seguridad. Bajo dos dimensiones: capacidad de infraestructura y capacidad de procesos. En el estudio hacen referencia a un ejemplo de una fábrica de software nivel 5, acreditada, que posee aprox. 3400 empleados. Para llevar a cabo la evaluación de capacidades se refieren a 3 grupos de encuestados, incluidos los trabajadores, altos directivos, y grupos externos.

Los modelos basados en criterios intuitivos han ganado aceptación por diversos expertos, tales como académicos y representantes de I+D la industria. El método (Zadeh y Bellman, 1970) propone una teoría de lógica difusa borrosa que se basa en la toma de decisiones por incertidumbre y entornos borrosos. Muchos otros estudios han utilizado la teoría de conjuntos difusos a Fuzzy problemas con una incertidumbre (Wang, Li-Xin (1991,1992); Sang-Yon Hee-Woong y Sumeet(2009); Ching-Chiao Yang (2009)). Estos estudios aplican un enfoque analítico jerárquico que se describe explícitamente por la estructura de la decisión referente a las capacidades de Innovación, mediante la utilización de juicios subjetivos de evaluadores sobre la base de esta estructura de decisión.

Los trabajos de Chun-hsien Wang et al (2008); Zhi-Ping et al (2009) y Wenqiang et al (2010), representan los estudios más pertinentes al tema que se está tratando, por el análisis realizado por los autores al usar lógica difusa como herramienta de medición de CTI, porque integra la subjetividad, la incertidumbre y la interactividad inherente en los procesos de innovación, las variables y factores a considerar. Este método de evaluación de capacidad innovadora se empleará como una guía para el desarrollo del presente trabajo, por la visión integrada que adoptan los autores para abordar el tema de la evaluación de las capacidades de forma cuantitativa y cualitativa.

2.3.1 Tipos de Variables

Las variables a considerar en la propuesta de clasifican en Cuantitativas y cualitativas *Figura 3*. Las variables cuantitativas son aquellas cuyos valores, además de ser diferentes, se pueden ordenar de mayor a menor, pueden expresarse numéricamente, como el peso, temperatura, ingresos anuales, o el número de desarrollos producidos por una organización, etc. Y las variables cualitativas pueden ser ordinales, de intervalo lineal o de razón. En las variables ordinales los valores son diferentes y se pueden ordenar; admiten postulados del tipo “mayor que”, “menor que” (por ejemplo el estatus social). En las variables de tipo lineal, los valores además de ser diferentes y ordenados, conservan una unidad común.

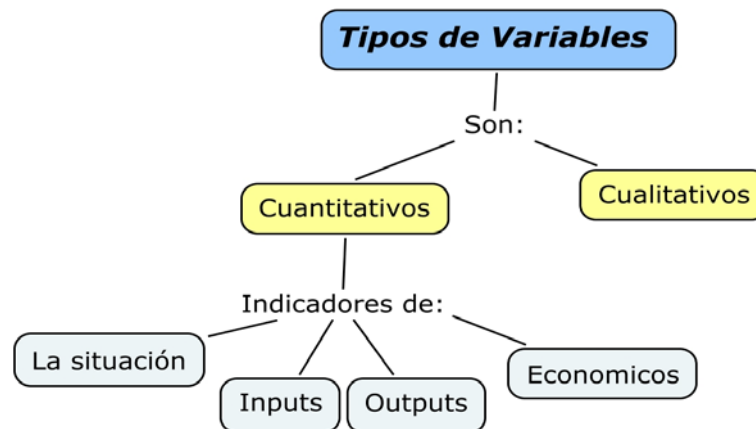


Figura 3. Tipos de Variables e Indicadores

2.3.1.1. Indicadores Cuantitativos.

Dentro de los indicadores cuantitativos se clasifican en:

a) Indicadores de la Situación. Describen fundamentalmente aspectos relacionados con la organización, la gestión de la investigación y la infraestructura de investigación. La existencia o no de objetivos específicos para la investigación y los indicadores de gestión (indicadores de eficacia y eficiencia en recursos humanos y económicos son ejemplos de indicadores de gestión).

b) Indicadores de *Inputs*. Describen aspectos relacionados con los recursos disponibles para hacer investigación. Una primera clasificación distingue entre indicadores absolutos, relativos o evolutivos. Son ejemplos de indicadores absolutos el número de proyectos exitosos conseguidos por la firma evaluada, o el número de patentes o certificaciones con las que cuenta para el desarrollo de su labor. Los indicadores relativos de inputs pueden referirse a la actividad desarrollada por el grupo de investigación (ej., tasa de productividad en proyectos desarrollados, al éxito del mismo, o a la concentración de los recursos con los que dispone). Por último, los indicadores de evolución expresan la variación experimentada en una determinada magnitud con el paso del tiempo, utilizando fundamentalmente dos tipos de medidas, (1) incrementos puros (sobre un período base que sirve de referencia) y (2) utilizando medias móviles para estimar la tendencia de la variable estudiada.

Una segunda clasificación de indicadores de *inputs* genera dos nuevos tipo de indicadores: los indicadores económicos y los indicadores de personal. A todos los efectos son indicadores de los *inputs*, ya que en definitiva miden los recursos disponibles para el desarrollo de la actividad innovadora, por lo que pueden perfectamente situarse como una subcategoría de los mismos. Sin embargo, en numerosas ocasiones se encuentran formando conjuntos independientes al de los indicadores de inputs, ya que la importancia de los aspectos económicos y de personal de la actividad innovadora justifica el que los indicadores que traten estas materias se contemplen de forma separada.

c) Indicadores Económicos. Describen los recursos económicos utilizados para desarrollar la investigación. Son utilizados fundamentalmente en la evaluación de la investigación en niveles agregados. El Manual de Oslo (OECD 2002) proporciona diversos tipos de indicadores económicos para medir el esfuerzo innovador de una determinada unidad objeto de evaluación: Los de tipo *c1* son los referidos a gastos internos, se dividen en gastos corrientes (ej.: compra de libros para la investigación o suscripción a revistas científicas) y gastos de capital (ej.: tierras y edificios, así como adquisición de instrumentos para la investigación). Los de tipo *c2* son los referidos a las fuentes de fondos de I+D.

La medición de las fuentes de los fondos destinados a I+D por la unidad objeto de evaluación se puede realizar por dos procedimientos: En base a la suma de dinero que una unidad recibe de otra unidad, organización o sector en función de la investigación que realiza. En base a las cantidades externas que una unidad, organización o sector declara haber pagado a otra unidad, organización o sector por el desarrollo de actividades de I+D. En este sentido, la primera de las aproximaciones es la más recomendada por el Manual de Frascati (2002). Los referidos a gastos externos. Los referidos a indicadores económicos nacionales. Indicadores de personal (subconjunto de los indicadores de inputs). Describen el número de personas (tipología) y su dedicación a tareas directa o indirectamente relacionadas con I+D. Los indicadores de personal pueden ser a su vez absolutos, relativos o evolutivos. Se emplean normalmente para definir otros indicadores relativos.

d) Indicadores de los *Outputs* (o resultados). Describen aspectos relacionados con los resultados obtenidos en la investigación. Se clasifican a su vez en directos e indirectos. Son indicadores directos los que miden directamente resultados de investigación en sí mismos, como son los referidos al número de productos propios, el número de patentes alcanzadas o Innovaciones graduales, entre otros. Por su parte, son indicadores indirectos no miden resultados en sí mismos, sino resultados que denotan indirectamente el desarrollo de una actividad investigadora.

2.3.1.2. Indicadores Cualitativos.

Son aquellos basados en encuestas o entrevistas, así como informaciones no estructuradas, métodos de investigación y desarrollo propio a partir de los cuales suele ser problemática la extrapolación estadística. Suministran información sobre aspectos no contemplados en los indicadores cuantitativos, por lo que su utilización suele ser complementaria a las metodologías cuantitativas. Son imprescindibles para lograr una evaluación integral y global de la investigación.

Los indicadores cuantitativos son aquellos basados en metodologías cuantitativas de obtención de información. La información que suministran es fácilmente cuantificable, y la extrapolación estadística no presenta dificultades extraordinarias. Por el contrario, los indicadores cualitativos están basados en métodos cualitativos de obtención de información. Tienen la propiedad de matizar, enriquecer a los indicadores cuantitativos,

aunque en ocasiones se utilizan como sistema exploratorio, previo a otros indicadores cuantitativos

Diversos autores clasifican igualmente los indicadores en indicadores cuantitativos y cualitativos, de forma similar a la expuesta anteriormente. Bellavista et al. (1991) expone un artículo sobre la evaluación de la investigación social una clasificación de métodos coincidentes: metodologías cuantitativas y cualitativas.

Wolfe y Gertler (2003) proponen una serie de indicadores que ayudan a identificar clusters, fundamentalmente tratando de medir las dinámicas y los flujos, en lugar de medidas estáticas de innovación que son los flujos hacia adentro de capital (inversión de capital de riesgo, inversión extranjera directa, compras y absorciones), de personas, y de conocimiento y tecnología. Y los flujos hacia afuera de: conocimiento y tecnología, productos y servicios (Wolfe y Gertler, 2003).

2.4 FABRICAS DE SOFTWARE

A lo largo de la historia de la Ingeniería del Software ha aparecido repetidamente el concepto de fábrica con diferentes matices que se han ido adoptando de acuerdo a la propia evolución de la tecnología y los procesos software. En la actualidad el término ha vuelto a tomar relevancia en el sector de la industria del software, debido a las especiales condiciones socio económicas, tecnológicas y de madurez de la ingeniería del software; no obstante no debemos olvidar que, como se muestra en la *Tabla 1*, el concepto de fábrica software goza de una gran madurez y antigüedad.

En este capítulo se realizara un recorrido por las principales etapas y conceptos que han marcando el término fábrica software, así como las principales empresas en implementar dichas estrategias, de lo cual puede obtenerse una importante visión y comprensión a la hora de constituir y evolucionar tanto fábricas como departamentos de desarrollo en la época actual.

1968	Aparece por primera vez el término "fábrica de software"
1969	Primera fábrica de software: Hitachi Software Works
1975	Fábrica software de la Systems Development Corporation
1976	Fábrica software de NEC
1977	Fábrica software de Toshiba
1979	Fábrica software de Fujitsu
1985	Fábrica software de Hitachi y de NTT
1987	Fábrica software de Mitsubishi

Tabla 1. Primeros hitos en la historia de las fábricas de software Garzás y Piattini (2007).

2.4.1 Orígenes de las Fábricas de Software

El término se acuñó en el año 1968, a la vez que otros tan famosos como el término reutilización (propuesto por McIlroy de AT&T en la famosa conferencia de ese año de la OTAN sobre Ingeniería de Software). En efecto, la primera vez que se cita “fábrica de software” es en artículo presentado en el congreso IFIP (International Federation of Information Processing) del año 1968 por Bemer, quien afirmaba que los gestores de software no disponían de entornos adecuados: Bemer señalaba también que es imposible que los programadores hagan buen software simplemente bajo supervisión humana, mientras que *“una fábrica, sin embargo, tiene más que supervisión humana. Mide y controla la productividad y calidad. Se mantienen registros financieros para coste y planificación”*.

Fue Hitachi la primera empresa que utilizó el término “fábrica” en 1969 cuando fundó Hitachi Software Works. Por otra parte en EEUU, la Systems Development Corporation (que formaba parte de Rand Corporation) estableció la segunda fábrica de software entre 1975-1976, llegando a registrar esta denominación. Durante los años setenta y ochenta en Japón se siguieron instalando fábricas de software: NEC en 1976, Toshiba en 1977, Fujitsu en 1979 y 1983, Hitachi en 1985, NTT en 1985 y Mitsubishi en 1987.

A principios de los años 80, se presenta un período propicio la consolidación para pocas firmas en el desarrollo de software al igual que las fabricas de software, estas se consolidan como líderes o fabricantes pioneros en la industria (Chudnovsky et al. 2001). La variedad de aplicaciones requeridas por un número creciente de computadores reforzó la especialización de los productores de software independientes, creando una mayor división del trabajo (Torrise, 1998), la disminución en las barreras de entrada y la aparición de numerosos *start ups* (Asociado tecnológico).

La literatura reporta ventas de la industria de software superiores a 397 miles de millones de dólares entre los años 1990 y 2002, de las cuales el 51% proviene de firmas pioneras radicadas en Estados Unidos, Alemania y Japón; el 49% restante es originado en países de economías emergentes conformadas por *start ups* de ingreso tardío (después de empresas pioneras) en India, Irlanda, Israel (conocidos como los 3I), China y Brasil (Arora y Gambardella, 2005). Según Sanpedro y Veracruz (2003), el ingreso tardío hace referencia a las firmas que entraron a competir en el mercado internacional después del posicionamiento de las firmas líderes.

2.4.2 Fábricas Basadas en Entornos de Desarrollo Integrados

A finales de los ochenta y principios de los noventa se implantó la primera generación de herramientas CASE (Piattini y Daryanani, 1995), y los denominados Entornos Integrados de Desarrollo de Software (conocidos por sus siglas inglesas ISDE, *Integrated Software Development Environments*), y los Entornos de Ingeniería del Software orientados al Proceso (*PSEE, Process-centered Software Engineering Environment*).

En este caso, el contexto lo constituyen grandes empresas europeas, fabricantes de ordenadores, desarrolladoras de software y universidades. La estrategia utilizada es la de adaptar el entorno de soporte, creando una instancia de la fábrica en la organización de desarrollo. El modelado de procesos se pretende estandarizar y soportar mediante herramientas automáticas.

2.4.3 Fábrica de Software Basada en la Madurez de Procesos

El contexto de esta aproximación lo constituye el modelo CMM (Capability Maturity Model), patrocinado por el Departamento de Defensa de EEUU con el fin de evaluar a los subcontratistas. El objetivo es crear un marco para la mejora de procesos software que permitan conseguir un proceso predecible, fiable y auto-mejorable que produzca software de alta calidad. Es de notar que las fabricas de software tienen, tienen una importante tradición en torno a las capacidades organizacionales y la innovación continua, basándose en la propuesta de calidad generada por la universidad de Carnegie Mellon a través de su CMM de los 90's, que adopto más recientemente la forma de CMMI (Capability Maturity Model Integration). En este sentido, cualquier propuesta de medición y evaluación de capacidades para la industria de software debe ser compatible y complementaria con las propuestas de CMMI y de otros sistemas de gestión de calidad.

Ya que se combina, desde el punto de vista directivo, la gestión de la calidad orientada a procesos, con el punto de vista técnico, de las líneas de producto basadas en tecnologías de componentes. En esta propuesta se integran ISO9000, CMM y PSP/TSP (Piattini, Caballero, y García, 2006). (Greenfield, Short, Cook, Kent, y Crupi, 2004) de Microsoft vuelven a poner de moda a nivel internacional el concepto de fábrica de software como enfoque de desarrollo de aplicaciones en el que confluyen el desarrollo basado en componentes, el desarrollo dirigido por modelos y las líneas de producto software. Lenguajes Específicos de Dominio (DSL), patrones, armazones (*frameworks*), y herramientas (incluido código y metadatos) que permiten implementar el esquema para construir un miembro de la familia de productos.

2.4.4 Fábrica de Software Basada en la Reutilización

Piattini et al (2006) señalan que una reutilización efectiva requería más que tecnología para bibliotecas y código, y que utilizar sólo la metáfora de la biblioteca limitaba los resultados de la reutilización, la solución pasaba por familias de soluciones relacionadas. Este experto propone combinar la noción de fábrica de software de los años anteriores con la idea de los sistemas de fabricación flexible para dar lugar a la “fábrica de software flexible” en las que se construyen las partes para trabajar juntas y además se optimiza la producción de componentes y el ensamblado de productos con el fin de disminuir el reproceso de ingeniería. Enfatiza en prestar atención a los estándares de construcción, certificación y pruebas, haciendo trabajar de manera conjunta las guías de diseño y los procesos cuidadosamente afinados.

2.4.5 Fábricas de Renovación de Software

Finalizando la década de los noventa se agudizaron aún más los clásicos problemas del mantenimiento de software (Piattini et al 2006), sobre todo por las conversiones de los programas existentes debido al “problema” del año 2000 y la introducción del euro. Surgen entonces otras “fábricas” denominadas “fábricas de renovación de software”, en las que entran los programas en una especie de línea de ensamblado, pasando por una secuencia de herramientas de transformación (Brunekreef y Diertens, 2002). En (van den Brand, Sellink, y Verhoef, 2000) se presenta incluso la generación de componentes para la fábrica de renovación de software: transformadores de código, regeneradores, re-estructuradores, migradores, etc.

2.4.6 Fábricas enfocadas a otras técnicas de gestión de la calidad

(Swanson, Kent, McComb, y Dave, 1991) destacan la aplicación de TQM (Gestión de Calidad Total) y reutilización, así como generadores de código y herramientas CASE, buscando la flexibilidad de las fábricas de software. También en los noventa en Japón se trasladaron métodos de la fabricación de automóviles a las fábricas de software, como el proceso de desarrollo concurrente (Aoyama, 1996) que integra conceptos convencionales de proceso-producción con los sistemas de producción “esbeltos” (*lean*) y otras técnicas de gestión basadas en el tiempo. Estas técnicas *lean* persiguen la eliminación del desperdicio dentro de una organización, combinando la planificación y los sistemas de producción.

2.4.7 Componentes, Modelos Y Líneas De Productos

En los años 2000 se siguió perfeccionando las técnicas de las décadas anteriores, afianzándose la ingeniería basada en modelos, el desarrollo basado en componentes, las líneas de producto y los modelos de madurez de procesos. Así en (Li, Li, y Li, 2001) donde se puede encontrar una propuesta de modelo de fábrica de software, en las que (como se puede ver en la Tabla 1).

Las empresas de servicios en particular las fábricas de software están caracterizadas por tener relaciones estrechas con sus clientes, de esta manera el proveedor del servicio trata de cumplir con los requerimientos del cliente. Este enfoque en el cliente es una característica fundamental de la dinámica de innovación en servicios. Tal y como Tether et al preguntan: “La prestación de servicios hechos a la medida del cliente se puede igualar a innovación, o se puede encontrar a la innovación en la habilidad de proveer servicios hechos a la medida?” (Tether et al., 2002). No hay una respuesta sencilla y directa a esta pregunta.

La distinción entre productos y servicios se ha ido desvaneciendo. En los mercados de hoy en día a veces es difícil determinar cuándo una compañía está vendiendo un producto con un servicio (maquinaria y equipo con un paquete de servicio de mantenimiento), o un servicio con un producto (software atado a un computador y con servicio técnico).

Para el caso particular de la industria de software, las empresas deben profundizar sus aptitudes para el software programación, pruebas y aseguramiento de la calidad, y también identificar necesidades para desarrollar conocimientos especializados en un de dominio y capacidad de diseño, de esta manera poder incrementar la escala tecnológica (Considerando tecnología como la articulación de Bases de Conocimiento y Recursos con un objetivo determinado),

CAPITULO 3

3. LÓGICA DIFUSA

Una de las disciplinas matemáticas con mayor número de seguidores actualmente es la llamada lógica difusa o borrosa, que es la lógica que utiliza expresiones que no son ni totalmente ciertas ni completamente falsas, es decir, es la lógica aplicada a conceptos que pueden tomar un valor cualquiera de veracidad dentro de un conjunto de valores que oscilan entre dos extremos, la verdad absoluta y la falsedad total (Karsak, 2002). Conviene recalcar que lo que es difuso, borroso, impreciso o vago no es la lógica en sí, sino el objeto que estudia: expresa la falta de definición del concepto al que se aplica. La lógica difusa permite tratar información imprecisa, como estatura media o temperatura baja, en términos de conjuntos borrosos que se combinan en reglas para definir acciones: si la temperatura es alta entonces enfriar mucho. De esta manera, los algoritmos basados en lógica difusa combinan variables de entrada, definidas en términos de conjuntos difusos, por medio de grupos de reglas que producen uno o varios valores de salida.

Desde su aparición en la década de los 60's hasta nuestros días, las aplicaciones de la Lógica Difusa (LD) se han ido consolidando, paulatinamente al comienzo, y con un desbordado crecimiento en los últimos cinco años. Las principales razones para tal proliferación de aplicaciones quizás sean la sencillez conceptual de los Sistemas basados en Lógica Difusa, su facilidad para adaptarse a casos particulares con pocas variaciones de parámetros, su habilidad para combinar en forma unificada expresiones lingüísticas con datos numéricos, y el no requerir de algoritmos muy sofisticados para su implementación.

Trescientos años A.C. Aristóteles estableció su llamada Ley de Bivalencia que afirma que cualquier sentencia es verdadera o falsa (1,0), pero no ambas cosas a la vez. La lógica aristotélica nos ha sido útil por más de 2000 años y está en los cimientos de la Matemática y en el principio de funcionamiento de nuestras computadoras. Investigadores posteriores sugirieron que el mundo está lleno de contradicciones, de cosas que son y no-son a un tiempo y que por tanto una tercera región debía ser considerada que abarque ambos aspectos simultáneamente.

En el siglo pasado, un matemático llamado Lukasiewicz propuso inicialmente una lógica trivalente. Posteriormente experimentó con lógicas de cuatro y cinco valores y finalmente llegó a la conclusión que una lógica con infinitos valores era tan plausible como una lógica con un conjunto finito de ellos. La LD es precisamente eso, una lógica con infinitos valores que puede verse como una generalización de la lógica bivalente tradicional.

3.1 Teoría de los Conjuntos Borrosos

Se considera que el padre de la LD es el azerbaijano Lofti Zadeh quien trabajando en la Universidad de Berkeley a principios de la década de los 60, publicó un par de trabajos

(Zadeh 1965), ahora considerados medulares sobre lo que él denominó los Conjuntos Borrosos y cuya característica esencial es que, a diferencia de los conjuntos Booleanos clásicos, la propiedad de pertenencia de un elemento a un determinado conjunto, se describe por una función que puede variar continuamente entre 0 y 1, llamada **Función de Pertenencia (FP)**.

En el álgebra de Boole clásica, la propiedad de un ente de pertenecer a un conjunto específico sólo puede tomar dos valores (falso, verdadero) a los que se les asigna por convenio los valores extremos 0 y 1, pero no hay valores intermedios. La Lógica Difusa pretende imitar la manera en que piensan los seres humanos en aspectos en que la lógica convencional o bivalente (lógica verdadero-falso o 1-0) resulta insuficiente.

La FP puede interpretarse como el grado en que el elemento particular que se está considerando cumple con las especificaciones que definen a los elementos del conjunto en cuestión y no debe interpretarse como la probabilidad de pertenencia. Si la probabilidad de que el elemento X pertenezca al conjunto A es de 0.8 y afirmamos que X pertenece al conjunto A, tenemos 80 % de probabilidad de acertar, pero el elemento intrínsecamente pertenece o no-pertenece a A. Cuando decimos que la FP de X es 0.8 queremos decir que cumple en nuestro criterio con el 80 % de las características que definen a los elementos del conjunto A.

En resumen, la probabilidad indica incertidumbre estadística mientras que la FP indica vaguedad y subjetividad. A los creadores de la LB les costó trabajo apartarse del concepto de probabilidad y convencerse de que la FP describe una cualidad distinta. Para comprender mejor lo que se está explicando se presenta un ejemplo sencillo. Se supone que la temperatura corporal de un paciente es clasificada en tres términos lingüísticos: normal, moderada y elevada. Supongamos también que define a los pacientes con temperatura elevada como aquellos con $T = 39$ °C. Está claro que en el contexto clínico, un paciente con $T = 38.99$ °C representa la misma situación.

Imaginar un sistema de monitoreo vigila a los pacientes y alerta cuando la temperatura es elevada. Se producirá una transición brusca al pasar de 38.9 °C a 39 °C, aunque el cuadro clínico quizás no haya cambiado sustancialmente. Es más, aumentar la precisión de la medición no resolvería el problema, porque un paciente con $T = 38.999$ °C sigue clasificando como con temperatura moderada y el ruido de la medición puede activar la alarma frecuentemente.

Lo que propone Zadeh es definir para cada conjunto (pacientes con temperatura normal, moderada y elevada ver *Figura 5*) una función de pertenencia tal como muestra la *Figura 1*. Así un paciente con $T = 36.5$ °C definitivamente pertenece al conjunto de las personas con temperatura corporal normal ($FP = 1$), mientras que un paciente con $T = 38.2$ °C pertenece al mismo tiempo a los conjuntos moderada ($FP = 0.6$) y elevada ($FP = 0.2$) y definitivamente no pertenece al conjunto de los pacientes con temperatura corporal normal ($FP = 0$).

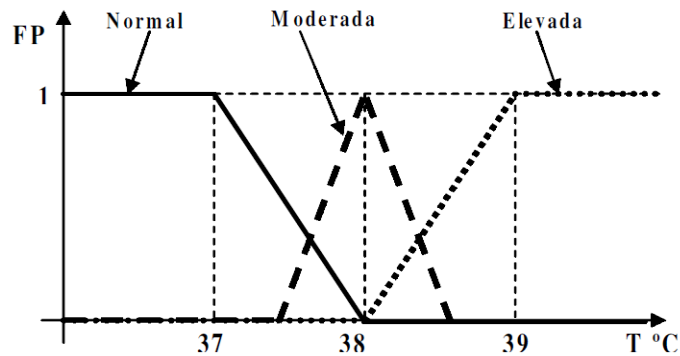


Figura 4 Función de Pertenencia de la variable T (Zadeh, L. (1965))

Para poder operar con los Conjuntos Borrosos es necesario definir las operaciones elementales entre ellos, léase la UNIÓN, la INTERSECCIÓN y el COMPLEMENTO. Esto implica definir el modo de calcular las FP a estos tres conjuntos. Sean FP (X) y FP (Y) las funciones de pertenencia correspondientes a los conjuntos borrosos X y Y.

3.2 Operaciones entre Conjuntos Difusos

Zadeh propone tres operaciones básicas entre conjuntos concretos, Unión, Intersección y Complemento, se definen también para los conjuntos difusos, intentando mantener el significado de tales operaciones. La definición de estas operaciones se hace empleando el concepto de función de pertenencia de los conjuntos (Wang, Li-Xin (1994)).

- El conjunto complementario (\bar{A}) de un conjunto difuso A es aquel cuya función característica viene definida por:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- La unión de dos conjuntos difusos A y B es un conjunto difuso $A \cup B$ en U cuya función de pertenencia es:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- La intersección de dos conjuntos difusos A y B es un conjunto difuso $A \cap B$ en U con función característica:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Estas tres operaciones definidas para conjuntos difusos cumplen, al igual que en la teoría clásica de conjuntos, asociatividad, conmutatividad y distributividad así como las leyes de Morgan. Sin embargo, también hay que destacar que existen dos leyes fundamentales de la teoría clásica de conjuntos como son:

- El Principio de contradicción: $A \cup \bar{A} = U$,
- El principio de exclusión: $A \cap \bar{A} = \Phi$

Que no se cumplen en la teoría de conjuntos difusos; de hecho una de las formas para describir en qué se diferencia la teoría clásica de conjuntos de la teoría difusa es explicar que estas dos leyes en términos de LD no se cumplen. En consecuencia, algunas de las teorías derivadas de la teoría de conjuntos como por ejemplo la de la probabilidad será muy diferente planteada en términos difusos.

<p>Unión: $A \cup B$</p> $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$
<p>Intersección: $A \cap B$</p> $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$
<p>Igualdad: $A = B$</p> $A = B \quad \text{sij} \quad \mu_A(x) = \mu_B(x) \quad \forall x$
<p>Complemento: \bar{A}</p> $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$
<p>Pertenencia: $A \subseteq B$</p> $A \subseteq B \quad \text{sij} \quad \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad \forall x$

Operaciones de conjuntos Difusos (Wang, Li-Xin (1994))

Es bien conocido que la teoría de conjuntos, el álgebra booleana y la lógica tradicional son isomorfas, bajo transformaciones adecuadas. Esto significa que tienen una estructura subyacente similar, y que por tanto las definiciones que se hagan en una cualquiera de las tres teorías se puede llevar a las otras dos, mediante transformaciones adecuadas.

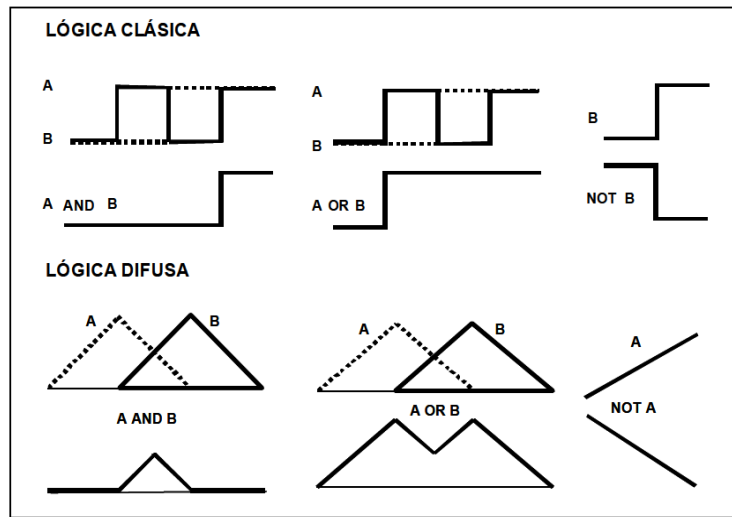


Figura 5 Operadores Y, O y No, según la lógica clásica y la LD

La LD emplea matemáticamente operadores de unión como **Y** e intersección como **O** y realiza el mismo análisis matemático que en la lógica clásica (ver *Figura 5*) representa gráficamente las diferencias de los operadores en lógica clásica y lógica difusa.

En la *Figura 6* se representan ejemplos de algunas posibilidades que se pueden obtener con estos operadores **Y** o **O**. Incluso es posible realizar análisis entre tres variables para determinar el grado de relación y cómo influyen dos variables de entrada respecto a una de salida, las dos primeras graficas de la *Figura 6* son el mismo operador **Y**, vista desde diferentes ángulos, de igual forma sucede para las siguientes dos graficas que representan otro ejemplo para el operador **O** desde dos visuales diferentes.

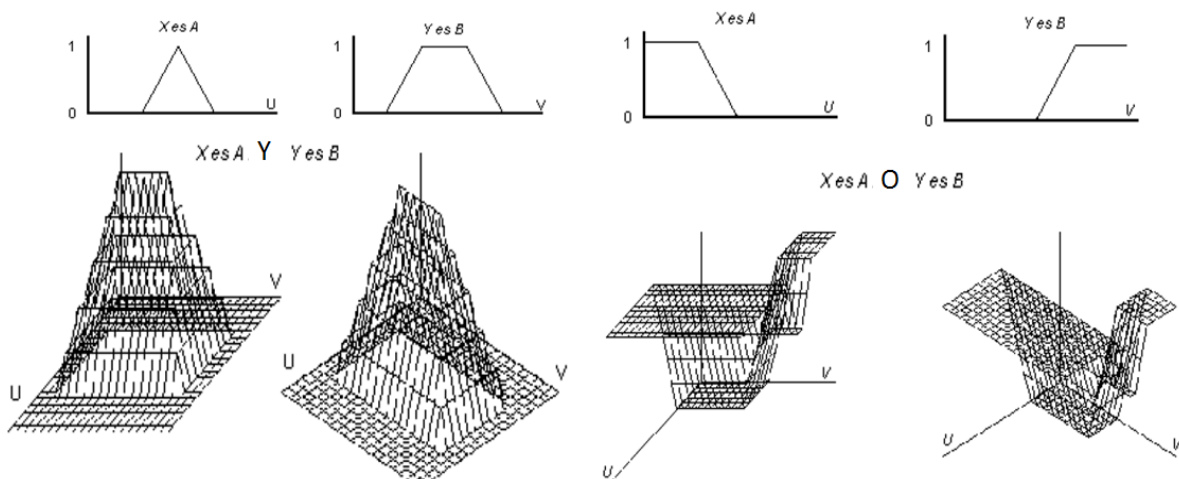


Figura 6 Ejemplos de Funciones Y y O en LD

3.3 Tipos De Sistemas De Lógica Difusa

Los sistemas de lógica difusa tienen una estrecha relación con los conceptos difusos tales como conjuntos difusos, variables lingüísticas y demás. Los más populares sistemas de lógica difusa que reporta la literatura se encuentran los siguientes tipos: Sistemas difusos tipo Mamdani (con parametrización y concreción) o sistemas difusos tipo Takagi-Sugeno (Wang, Li-Xin (1994))

3.3.1 Sistemas Tipo Sugeno

Una alternativa de procesamiento en los sistemas difusos fue propuesta por Sugeno en los sistemas difusos que llevan su nombre. Este tipo de sistemas es recomendable para análisis provenientes de funciones o distribuciones con gran número de variables, que cumplan una función o comportamiento determinado por ejemplo comportamiento de población o clúster, estudio de mercados etc.

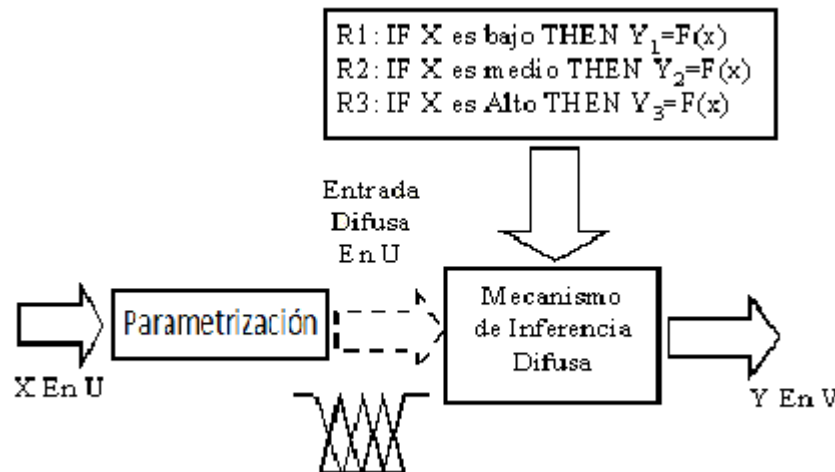


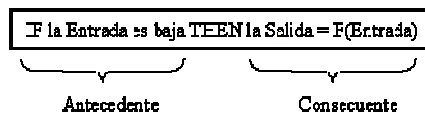
Figura 7 Sistema Difuso Sugeno, Procesamiento General (Zadeh 1965)

En los sistemas difusos Sugeno se distinguen las siguientes partes (ver *Figura 7*):

Parametrización : La entrada de un sistema de lógica difusa tipo Sugeno normalmente es un valor numérico, por ejemplo, señal de un sensor; para que este valor pueda ser procesado por el sistema difuso se hace necesario convertirlo a un "lenguaje" que el mecanismo de inferencia pueda procesar. Esta es la función del parametrización, que toma los valores numéricos provenientes del exterior y los convierte en valores "difusos" que pueden ser procesados por el mecanismo de inferencia. Estos valores difusos son los niveles de pertenencia de los valores de entrada a los diferentes conjuntos difusos en los cuales se ha dividido el universo de discurso de las diferentes variables de entrada al sistema.

Mecanismo de Inferencia Difusa: Teniendo los diferentes niveles de pertenencia en la parametrización, el mecanismo de inferencia relaciona conjuntos difusos de entrada y salida representando las reglas del sistema. La tarea del sistema de inferencia es tomar los niveles de pertenencia y apoyado en la base de reglas generar la salida del sistema difuso.

Base de Reglas Difusa: Las reglas de la base de conocimiento de un sistema Sugeno es diferente a las de los sistemas Mamdani pues el consecuente de estas reglas ya no es una etiqueta lingüística sino que es una *función de la entrada* que tenga el sistema en un momento dado, esto se ilustra a continuación:



En el sistema difuso tipo Sugeno, los valores que arrojan los consecuentes de las diferentes reglas que se han activado en un momento determinado ya son valores numéricos por lo que no se necesita una etapa de concreción (ver *Figura 8*).

Para calcular la salida del sistema difuso se ponderan los diferentes consecuentes teniendo en cuenta el valor que se activó el antecedente de cada una de las reglas, para un sistema con dos reglas la salida del sistema difuso donde se calcula la Salida de un Sistema Difuso Sugeno así:

$$y = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2}{w_1 + w_2}$$

Donde W representa el peso de cada entrada, para este caso:

$$y_1 = f_1(x)$$

$$y_2 = f_2(x)$$

Serían las funciones que permiten calcular el consecuente de cada una de las dos reglas implicadas. En el siguiente gráfico se muestra de manera más detallada como es el funcionamiento de un sistema difuso Sugeno.

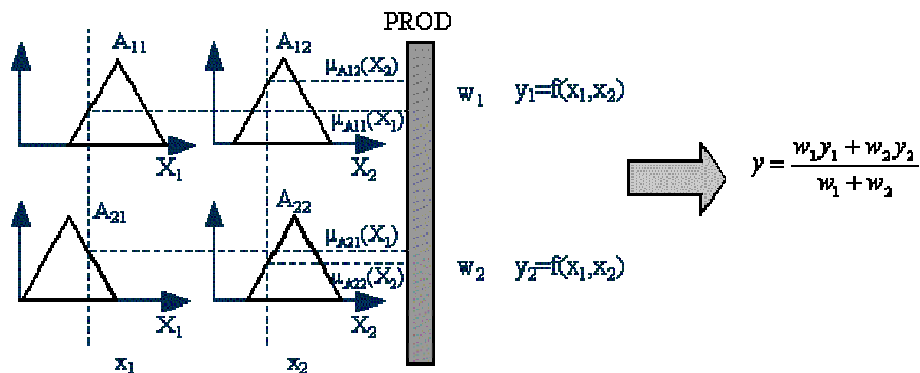


Figura 8 Sistema Difuso Sugeno procesamiento Detallado (Zadeh 1965)

3.3.2 Sistema Tipo Mamdani

Los sistemas de inferencia difuso tipo Mamdani, fueron los primeros sistemas en ser probados de manera práctica como aproximador universal de funciones. Caracterizándose como el mejor tratamiento para variables de alta incertidumbre así como las percepciones humanas e identificar eventos de falla. Posteriormente (Kosko, 1992, Klir 1995 y Wang L 1992), se estableció formalmente que cualquier relación entre variables de entrada y salida, puede ser aproximada mediante un sistema difuso construido en términos lingüísticos con alto grado de exactitud (aproximador universal).

La forma cómo funciona el sistema tipo Mamdani es la siguiente: Se definen las variables lingüísticas con sus respectivas etiquetas o valores lingüísticos. Para cada etiqueta lingüística se define la función de pertenencia respectiva. Si se cuenta solamente dos variables lingüísticas X y Y, entonces para los valores de entrada x e y se buscan las funciones de pertenencia que los contienen, sobre las cuales se hace el producto y se aplica el criterio de tomar el mínimo en cada relación, valor que se identifica en los conjuntos difusos asociados con la conclusión del sistema de reglas. Finalmente se hace la agregación a partir de los máximos valores sobre estas funciones de pertenencia para obtener un área de salida (Concreción). *Figura 9*

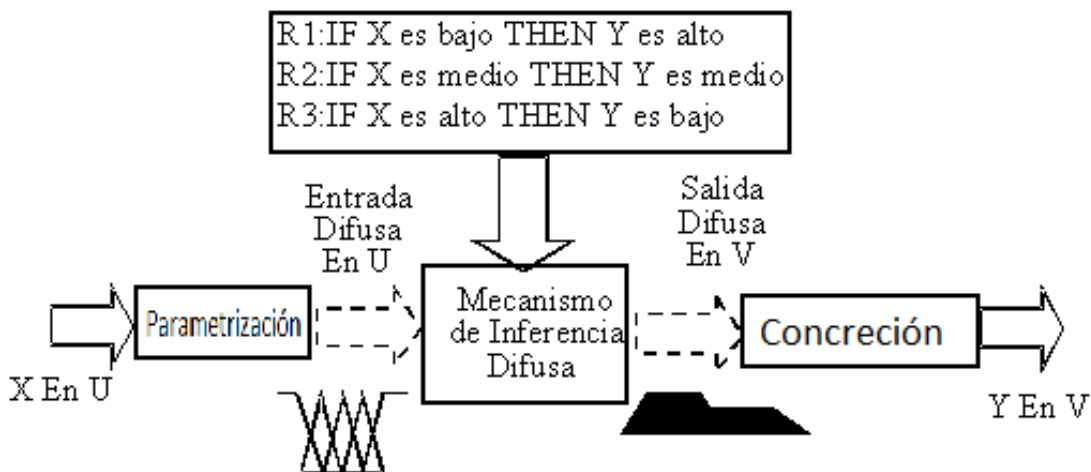


Figura 9 Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento General

En el sistema tipo Mamdani, utilizado en la solución del problema en consideración, se distinguen las siguientes partes: Difusor, Mecanismo de Inferencia, Base de reglas difusas, desdifusor como se muestra en la *Figura 10*.

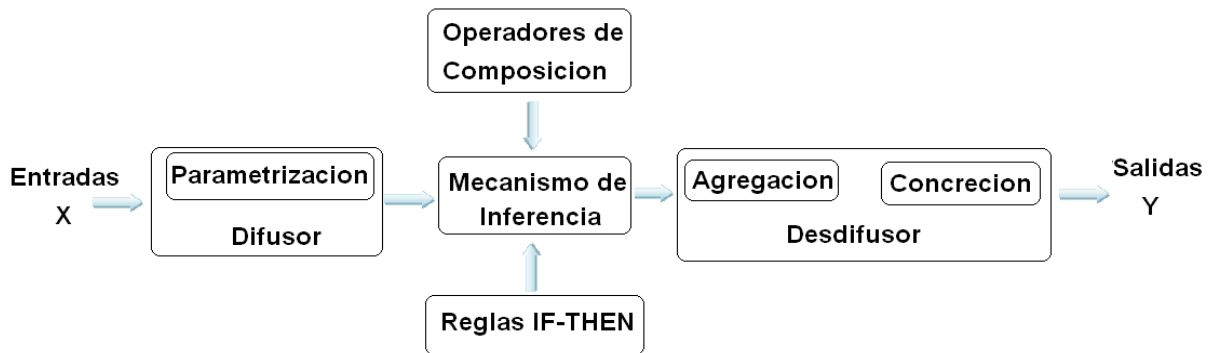


Figura 10 Taxonomía empleada de Lógica Difusa (Medina 2007)

- **Proceso de Parametrización.** En esta primera etapa se definen las variables tanto de entrada como de salida del sistema (variables lingüísticas), sus valores lingüísticos y sus funciones de pertenencia. La Figura 10 presenta tres conjuntos difusos con valores lingüísticos bajo, medio, alto para la variable margen Operativo. (Medina 2007)
- **Reglas Difusas SI-Entonces:** Estas reglas especifican la relación entre las variables de entrada y salida del sistema. Las relaciones difusas determinan el grado de presencia o ausencia de asociación o interacción entre los elementos de 2 o más conjuntos. (Medina 2007)
- **La regla SI-ENTONCES** tipo Mandani, asume la forma: “Si X_1 es A_1 y X_2 es A_2 y.....y X_k es A_k Entonces Y es B ”. Donde A_1, A_2, \dots, A_k, B son valores lingüísticos definidos mediante conjuntos difusos para las variables lingüísticas en el universo del discurso X_1, X_2, \dots, X_k y Y respectivamente. La parte de la regla “ X_i es A_i ” es llamada el antecedente o premisa y la parte “ Y es B ” es llamada el consecuente o conclusión. (Medina 2007)
- **Operaciones de composición.** Las operaciones básicas que se realizan con conjuntos difusos son la Unión, la Intersección, la Complementación, el Producto Cartesiano y el Co-producto Cartesiano. Dichas operaciones se realizan mediante la aplicación de algún operador binario clasificado como T-normas (para operaciones de intersección) o S-normas (para operaciones de unión). (Kaufman, 1990, Trillas, 1980, Jang, 1997, Kulkarni, 2001, Kasabov, 1998) (Medina 2007)
- **Mecanismos de Inferencia** (Razonamiento Aproximado): El Razonamiento Aproximado es un procedimiento de inferencia usado para derivar conclusiones desde un conjunto de reglas difusas tipo SI-ENTONCES y los datos de entrada al sistema mediante la aplicación de relaciones de Composición Max-Min o Max-Producto. en la Figura 10 puede verse el proceso de razonamiento aproximado. (Medina 2007)

- **Agregación.** En esta etapa del proceso las salidas de cada una de las reglas se combinan para obtener un único conjunto difuso. Las entradas del proceso de agregación son las funciones de pertenencia truncadas obtenidas de la etapa de inferencia para cada una de las n-reglas. En la Figura 10 el conjunto $C' = C1' \cup C2'$ agrega las funciones truncadas de cada regla. (Medina 2007)
- **Proceso de Concreción:** En ésta última etapa se obtiene un valor nítido o concreto (K) a partir del conjunto difuso de salida C' el cual proporciona la solución del sistema planteado (ver Figura 10). Entre los métodos de concreción más utilizados se encuentran: Centroide, Bisectriz, Media de los máximos, Más pequeño de los máximos y Más grande de los máximos. (Medina 2007)
- **Desdifusor:** La salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida de conjunto difuso, lo cual significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (por ejemplo un controlador) que solo manipule información numérica. Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada por elementos que solo procesen información numérica, hay que convertir la salida difusa del mecanismos de inferencia; este proceso lo realiza el parametrización. La salida del mecanismo de inferencia es un conjunto difuso resultante, para generar la salida numérica a partir de estos conjuntos existen varias opciones como el Centro de Gravedad, los Centros Promediados entre otros.

$$y = \frac{\sum_i b_i \mu_{premisas}(i)}{\sum_i \mu_{premisas}(i)}$$

Centro de Gravedad

$$y = \frac{\sum_i b_i \int \mu(i)}{\sum_i \int \mu(i)}$$

Centros Promediados

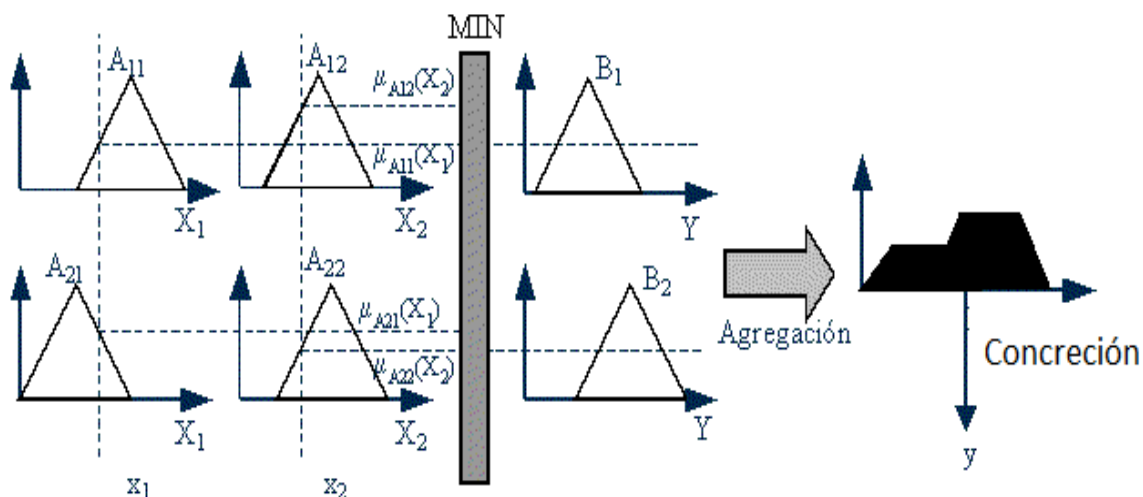


Figura 11 Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento Detallado (Medina 2007)

3.4 Métodos de Concreción

El bloque de concreción se realiza la función contraria a la parametrización. La concreción tiene como entradas valores concretos de las variables de entrada y salidas de pertenencia a conjuntos difusos (entre 0 y 1). La entrada al bloque concreción es el conjunto difuso de salida. Para obtener, a partir del conjunto difuso de salida que resulta de la agregación de todas las reglas, un resultado escalar, se aplican métodos matemáticos. Ejemplos sencillos de algunos de estos métodos de cálculo son:

- **Método del Máximo:** se elige como valor para la variable de salida aquel para el cual la función característica del conjunto difuso de salida es máxima. En general no es un método óptimo, ya que este valor máximo puede ser alcanzado por varias salidas.
- **Método del Centroide:** utiliza como salida del sistema el centro de gravedad de la función característica de salida. Es el método más utilizado en aplicaciones de la lógica difusa a la ingeniería ya que se obtiene una solución única, aunque a veces es difícil de calcular. Matemáticamente :

$$\bar{y} = (\int y\mu_B(y)dy) / (\int \mu_B(y)dy)$$

- **Método de la Altura:** se calcula para cada regla el centro de gravedad del conjunto difuso de salida B_m y después se calcula la salida del sistema como la media ponderada:

$$y_h = (\int \bar{y}_m \mu_{B_m}(\bar{y}_m) dy) / (\int \mu_{B_m}(\bar{y}_m) dy)$$

Existen dos métodos básicos para implementar sistemas difusos, el exacto y el aproximado, cada uno con sus ventajas y desventajas.

- **Método Exacto:** El método exacto se basa en hacer un estudio de la forma que adopta el conjunto difuso ante cada uno de los operadores de implicación. Lo que se hace es una representación paramétrica de los conjuntos difusos inferidos. Este método tiene como inconveniente que hay que hacer un cálculo previo de las expresiones paramétricas de los conjuntos difusos antes de implementar el controlador.
- **Método Aproximado:** Al utilizar este método no hay que hacer ningún cálculo previo ya que se discretiza el universo de definición de cada una de las variables del consecuente en un número de puntos predefinido. Este es un método más lento desde el punto de vista computacional y la precisión está dada por la cantidad de puntos de discretización. Hay que llegar a una solución de compromiso entre la velocidad computacional y la exactitud. Tiene la ventaja de poder trabajar con mayor cantidad de operadores de implicación ya que no necesita hacer un estudio previo de las expresiones parametrizadas de los conjuntos difusos (Klir 1995). Tanto los operadores de implicación, agregación y defusificación actúan sobre cada uno de los elementos de los vectores obtenidos como resultado del proceso de discretización.

3.5 Aplicaciones Borrosas

Hoy en día es empleada en sistemas expertos, control, predicción, diagnóstico de enfermedades y toma de decisiones financieras, reconocimiento de caracteres en videoconsolas, estabilidad y autoenfoco de imágenes en cámaras de video, Sistemas de control no lineales, frenos AB, Seguridad de reactores nucleares, Sistemas expertos de diagnosis médica, Control de robots, Reconocimiento de voz, Inyección electrónica de combustible, Optimización de funcionamiento en lavadoras, Evaluación capital intelectual, Análisis de riesgo en inversiones. Cabe destacar la gran implantación en electrodomésticos, donde las lavadoras difusas y aires acondicionados presentan una mayor sencillez de mando y un rendimiento energético óptimo. Otros campos (Karsak y Kuzgunkaya 2002; Azadeh et al. 2006; Michela A, (2009)

La lista anterior de aplicaciones, que naturalmente no es exhaustiva, se incrementa día tras día. En los problemas donde la lógica convencional falla, la lógica difusa se dispone a presentar batalla. Es decir, cuando los procesos son altamente no lineales o cuando no disponemos de un modelo matemático adecuado por ser demasiado complejo. Es de notar, una de las principales ventajas de la LD está en el hecho de ser un buen método para representar la naturaleza aproximada del mundo real.

CAPITULO 4

CAPITULO 4: PROPUESTA METODOLÓGICA

La propuesta metodológica desarrollada, ofrece un modelo basado en las capacidades de innovación de Robledo J. y Ceballos Y. (2008); Chun-hsien Wang et al (2008) y Rousseva (2008), tomando como las capacidades constitutivas las siguientes: **Capacidades de I+D y Aprendizaje Tecnológico** (Guan y Ma, (2003, 2006); Burgelman et al., 2004; Yam et al., 2004); Robledo et al (2008)) **la Capacidad de Gestión de Recursos** (Yam et al., 2004; Chun-hsien Wang et al (2008); Robledo et al (2008)), **la Capacidad de Mercadeo** (Archibugi y Coco (2004); Pava y Ma, 2003; Yam et al., 2004, Kim et al., 2005)), **Capacidades de Fabricación** (Guan y Ma, 2003; Yam et al., 2004; Robledo et al (2008)) **Capacidad de Decisión Estratégica** (Yam et al.2004; ; Robledo et al (2008)) para la generación y la adopción de toda la perspectiva de las innovaciones tecnológicas. Ver Figuras 12 y 13.

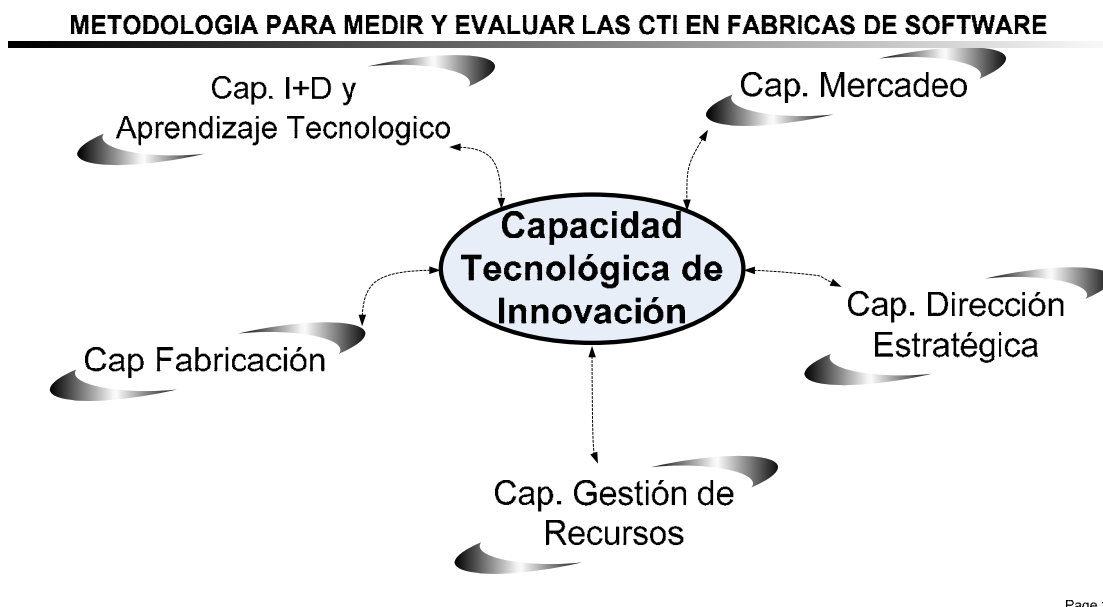


Figura 12 Capacidades de Innovación Tecnológica

La Capacidad de I+D ayuda a una empresa ampliar sus tecnologías existentes y establecer nuevas tecnologías o mejorar la función de investigación y desarrollo. La capacidad de I+D comprende principalmente es el porcentaje de investigadores vinculados respecto a total de empleados, además la tasa de éxito de productos de I+D (propuesto por este estudio), productos innovadores auto-generados (propuesto por este estudio), el número de patentes (OCDE, (2002, 2005); Archibugi, D., Coco, A. (2004); Robledo et al (2008)), y la intensidad de I+D; OCDE, (2002, 2005); Archibugi y Coco (2004); Yam et al. (2004); Hall Bronwyn H. y Jacques Mairesse 2009 estos criterios se miden cuantitativamente y cualitativamente. Las variables y factores propuestos se especifican en la *Tabla No. 2*

Capacidad de Dirección Estratégica denota en una empresa habilidad exitosa para ejecutar decisiones referentes a innovación tecnológica y la mejora de los procesos administrativos de la organización. Estas habilidades incluyen el grado de capacidad de innovación de las ideas de I+D (propuestas por este estudio), la intensidad de la colaboración con otras empresas o centros de I+D y los conocimientos capacidad (Guan y Ma, 2003), la previsión y la evaluación de la innovación tecnológica (Yam et al., 2004; Wenqiang Li, Yan Li, Jian Wang, Xiaoying Liu (2010)), las iniciativas y la innovación empresarial (Robledo et al (2008); Guan y Ma, 2003); Zhi-Ping F, Bo Feng, Yong-Hong S. y Wei Ou (2009). Las variables y factores propuestos se especifican en la *Tabla No. 2*

Capacidades de Mercadeo significa en una empresa la capacidad para promover y vender productos sobre la base de entendimiento de la demanda de los clientes, que es principalmente influenciado por la cuota de mercado Zhi-Ping F, Bo Feng, Yong-Hong S. y Wei Ou, (2009), grado de competitividad de los productos nuevos (propuesto por la presente estudio), el control de las fuerzas del mercado (Robledo et al (2008); Guan y Ma, 2003)), la unidad especializada de comercialización y los porcentajes de producción exportados (OCDE (2002, 2005); Rousseva (2008)). Las variables y factores propuestos se especifican en la tabla No. 2

Capacidades de Fabricación indica la capacidad de una empresa para transformar resultados de I+D en técnicas de producto y mejoras en la calidad del producto. Capacidades de fabricación, tales como la fabricación avanzada de tecnología (Guan y Ma, 2003), la calidad del producto o nivel de certificación que posee la organización (propuesto por este estudio), tasa de éxito de la comercialización (Yam et al., 2004), la producción de calidad a nivel personal (Yam et al., 2004), y ciclo de vida del producto (Guan y Ma, (2003); Archibugi y Coco (2004)). Las variables y factores propuestos se especifican en la tabla No. 2

Capacidades de Gestión de Recursos Comprende las condiciones previas necesarias para garantizar a la firma la adquisición y asignación apropiada de cada recurso fundamental para un correcto funcionamiento y desempeño con un capital óptimo (Burgelman et al., 2004), la intensidad de aporte de capital (Capaldo, 2003), y retorno de la inversión (Robledo et al (2008); Hall Bronwyn H. y Jacques Mairesse (2009)). Las variables y factores propuestos se especifican en la tabla No. 2

El éxito de la innovación tecnológica depende tanto de la capacidad tecnológica y otras capacidades críticas, tales como la organización, el marketing, el capital fondos, la fabricación, la planificación estratégica y de recursos asignación (Yam et al., 2004). Estas capacidades de fabricación determinan la capacidad de una empresa de transformación de I+D en productos y procesos.

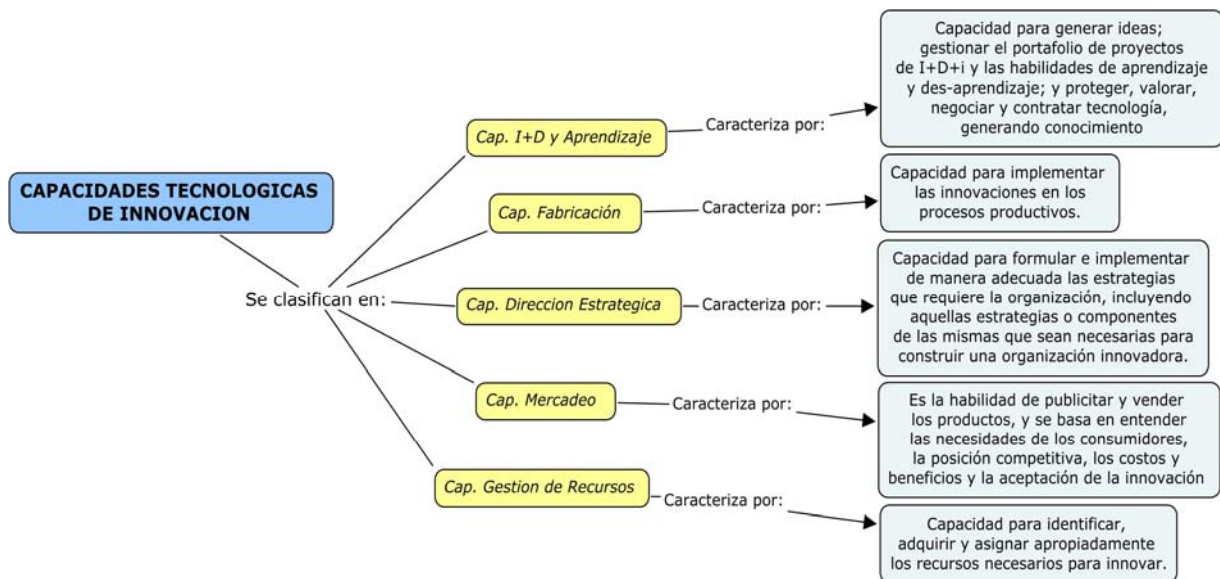


Figura 13. Definición de Capacidades consideradas en la metodología
Fuente: Elaboración Propia

Caracterización de CIT (basado en Wang et al, 2008)	Variable	Factor	Variable	Variable	Variable		
Capacidad de I+D y aprendizaje tecnológico	X1	Intensidad de I+D	X11	Personal con PhD y Maestría (% del total)	X11a		
				Inversión en I+D (\$/ventas)	X11b		
		Procesos de I+D	X12		Métodos y herramientas de I+D	X12a	
					Nivel de conocimiento de Métodos de Investigación	X12b	
					Intensidad de colaboración con otras instituciones de I+D	X12c	
					Intensidad de colaboración entre distintas dependencias de la organización	X12d	
		Productos de I+D y Aprendizaje Tecnológico	X13		Proyectos de I+D que se han convertido en innovaciones (% respecto al total)	X13a	
					Patentes	X13b	
					Registros	X13c	
					% de Utilización de la tecnología adquirida	X13d	
		Aprendizaje de nuevas tecnologías	X14		Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	X14a	
					Dominio del inglés (% personal que domina el idioma)	X14b	
					Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica	X14c	
					Aprendizaje y desaprendizaje por transferencia de Tecnología	X14d	
		Capacidad de dirección estratégica de la innovación	X2	Estrategia de innovación (Pensamiento)	X21	Presencia de la innovación en la estrategia (implícita o explícita, fuerte o débil)	X21a
						Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación (incrementales o radicales, nacionales o internacionales)	X21b
Análisis prospectivo y estratégico de la tecnología (Técnicas)	X22				Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología	X22a	
					Vigilancia tecnológica	X22b	
					Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	X22c	
Cultura y valores de la dirección (Estilo)	X23				Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	X23a	
					Clima Laboral	X23b	
					Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación	X23c	
Capacidad de mercadeo	X3	Posicionamiento en el mercado	X31	Participación en el mercado nacional	X31a		
				Exportaciones (% del total producido)	X31b		
		Mercadeo de nuevos productos y Versiones	X32		Relacionamiento con clientes para el desarrollo de productos	X32a	
					Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación	X32b	
					Porcentaje de Crecimiento en productos líderes	X32c	
					Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos	X32d	
		Estrategia de mercadeo	X33		Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado	X33a	
					Benchmarking con los productos de la competencia	X33b	
					Participación de nuevos productos en las ventas (% de ventas de nuevos productos introducidos en los últimos tres años)	X33c	
		Recursos de mercadeo y ventas	X34		Presupuesto de comercialización (% de ventas)	X34a	
					Personal de mercadeo y comercialización (% del total)	X34b	
Capacidad de fabricación	X4	Metodologías y Tecnologías avanzadas de Fabricación	X41	Nivel de actualización de la tecnología	X41a		
				Infraestructura Física	X41b		
				Nivel de Productividad	X41c		
				Protección de información	X41d		
		Certificaciones	X42		Certificaciones y reconocimientos	X42a	
					Grado de Importancia de la Certificación	X42b	
		Talento humano	X43		Personal profesional y personal técnico certificado (% del total)	X43a	
			Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación	X43b			
Capacidad de gestión de recursos financieros	X5	Acceso a recursos financieros	X51	Acceso a crédito bancario	X51a		
				Acceso a recursos de capital	X51b		
				Participación del capital extranjero en el capital social	X51c		
				Acceso a financiación de fomento gubernamental	X51d		
		Nivel de crecimiento	X52		Crecimiento de ventas	X52a	
					Crecimiento de utilidades	X52b	
		Personal	X53		Brecha entre el personal requerido y contratado	X53a	
			Nivel de rotación de empleados	X53b			

Tabla 2 Variables y Factores, identificación para programación en FuzzyTech

Fuente: Elaboración Propia

4.1 Metodología

Para determinar un criterio estable y confiable de medición y evaluación de las CTI se desarrolló una propuesta que contempla la percepción humana y valores cuantitativos propios de la compañía, la información se obtuvo basada en los criterios de expertos investigadores (fundamentos teóricos) y empresarios aportando las experiencias y discernimientos para crear la base de conocimiento.

4.1.1 Tamaño de Fábrica de Software

Se desarrollaron cuatro tipos de encuestas diferentes dependiendo del tamaño de la firma a diagnosticar, de acuerdo con lo establecido en la Ley Colombiana 590 de 2000, modificada mediante la Ley 905 de 2004, se define: “Para todos los efectos, se entiende por micro, incluidas las Famiempresas, pequeña y mediana empresa, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, que responda a dos parámetros”: *Tabla 3*

CATEGORÍA	Número de trabajadores	Valor Total de Activos
Microempresa	1-10	Inferior a 500 S.M.M.L.V.
Pequeña Empresa	11-50	Entre 501 y 5000 S.M.M.L.V.
Mediana Empresa	51-200	Entre 5001 y 30.000 S.M.M.L.V.
Empresa Grande	201-	Más de 30.000 S.M.M.L.V

Tabla 3 Tamaño de Fábrica

Para cada tipo de encuesta se realizaron ponderaciones diferentes para los criterios a evaluar, dependiendo del tamaño de la fábrica, algunas variables tienen más peso que otras, estas ponderaciones fueron discutidas una a una con empresarios y expertos del tema. Los pesos ponderados obtenidos en la generación de la base de conocimiento se encuentran en el Anexo 2, para cada tipo de empresa. Los cuales fueron evaluados en un rango de 0 a 100 dependiendo el grado de importancia, donde la menor importancia lleva el menor valor y las variables de mayor importancia tienen un valor alto.

4.2 Programación con Lógica Difusa

La información obtenida por los empresarios no es suficiente para aplicar modelos matemáticos o estadísticos convencionales por el tipo de variables cuantitativas y cualitativas inmersas en las CTI. Esta necesidad obliga a la búsqueda de modelos alternativos que permitan llegar a valores numéricos a partir de variables expresadas en términos lingüísticos. La Lógica Difusa de tipo Mamdani es una de las herramientas que

permite hacer esta transformación y que proporciona una visión diferente a la otorgada por la lógica clásica. Para el análisis de esta información se utilizó la herramienta fuzzyTech 5.52f Profesional Demo (versión académica). Ver Figura 14.

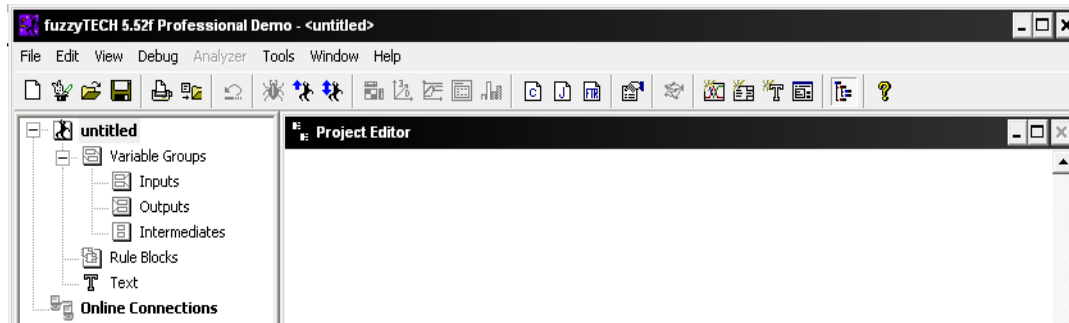


Figura 14 Interfaz del Software Utilizado

Fuente: Elaboración Propia

Esta herramienta proporciona diversos tipos de simulaciones, dependiendo de los modelos lingüísticos de entrada, los mecanismos de inferencia y bases de conocimiento donde permite establecer variables que componen los conjuntos difusos, crear reglas difusas y además proporciona un conjunto de métodos de Parametrización y Concreción, donde permite implementar los diferentes elementos de un sistema difuso discutidos en el Capítulo 3

La composición de funciones triangulares superpuestas, representan los diferentes modelos lingüísticos utilizados, que dependen del grado de incertidumbre para cada variable a medir. La aritmética borrosa se basa en tres vértices de un triángulo para calcular el número de agregación determinado de las CTI, mostrándose esta como un correcto análisis de los criterios de innovación (Chun-hsien Wang (2008)).

Los pasos que se siguieron para analizar las CTI, donde dependen de las variables de entrada, el grado de incertidumbre propio inherente a cada una, como se puede ver en la Tabla 4.

4.2.1 Valores Lingüísticos (LM) de las variables de entrada y salida.

Se aplicaron cinco tipos de valores triangulares, LM1, LM2, LM3, LM4 y LM5 (tomados de (Chun-hsien Wang (2008))), dependen del grado de incertidumbre que hay en cada variable, de esta forma, el valor LM1 (Figura16) es aplicado a las variables cuantitativas y poco difusas, el valor LM2 (Figura17) para las variables no cuantitativas y poco difusas, el valor LM3 (Figura18) para las variables con mayor incertidumbre asociada, el valor LM4 (Figura19) se aplica en variables con menor incertidumbre asociada pero aun no excluyentes y el valor LM5 (Figura20) es aplicado en variables mutuamente excluyentes con única respuesta, (si-no, verdadero falso).

Para los valores LM1, LM2, LM3 y **LM_Out** los criterios son evaluados como Muy Pobre (VP), Pobre (P), Justo (F), Bueno (G) y Avanzado (VG), la evaluación depende de la capacidad de innovación y de su grado de importancia. Para el modelo LM4 se caracterizan tres niveles diferentes correspondientes a Bajo (Low), Medio (Medium) y Alto (High) mientras que para el modelo LM5 solamente se emplean dos criterios, Si-No. Se define un Modelo Lingüístico de salida con un estándar de cinco niveles. (Figura 21)

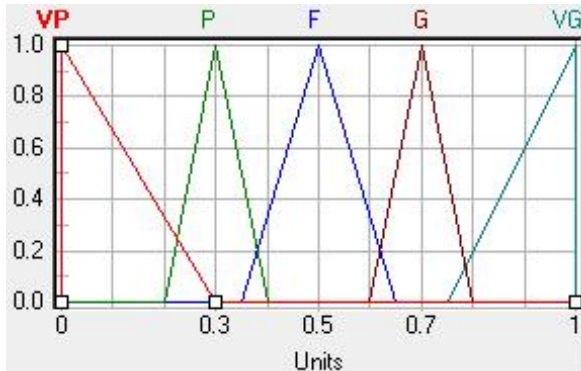


Figura16 Modelo Lingüístico de Entrada LM1

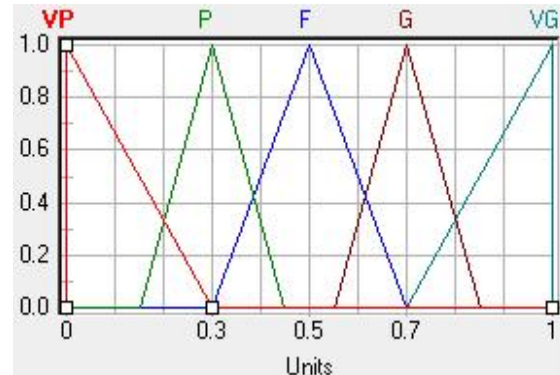


Figura17 Modelo Lingüístico de Entrada LM2

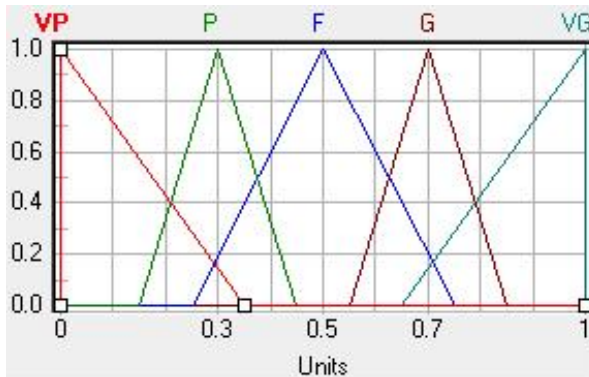


Figura18 Valor Lingüístico de Entrada LM3

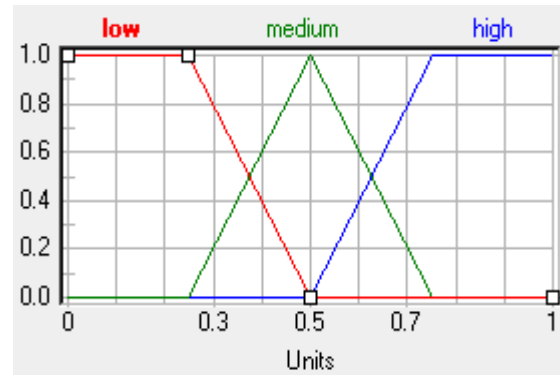


Figura19 Valor Lingüístico de Entrada LM4

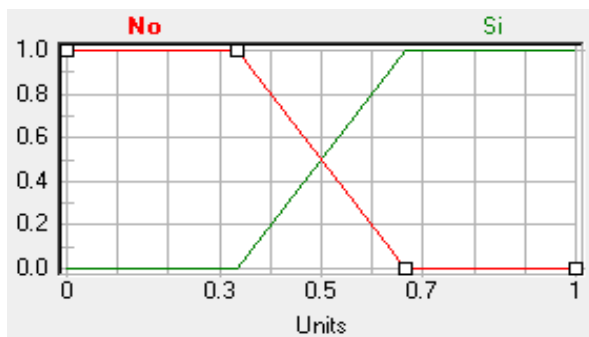


Figura20 Valor Lingüístico de Entrada LM5

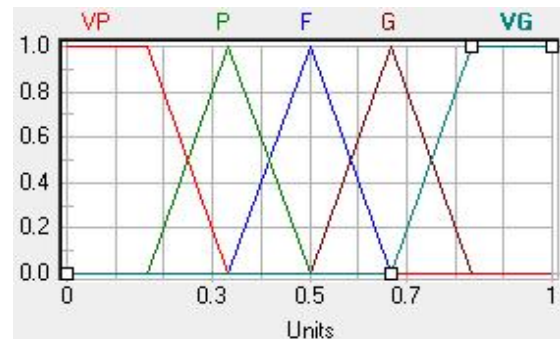


Figura21 Valor Lingüístico de Salida LM_Out

Para cada variable se asigno un color dependiendo del modelo lingüístico que mejor se relaciona, *Tabla 4* donde los colores empleados son:

	Modelo Lingüístico ML1 Variables Cuantitativas poco difusas
	Modelo Lingüístico ML2 Variables NO cuantitativas poco difusas
	Modelo Lingüístico ML3 Variables con mayor incertidumbre asociada
	Modelo Lingüístico ML4 Variables con menor incertidumbre asociada pero no excluyentes
	Modelo Lingüístico ML5 Variables mutuamente Excluyentes.

Variable	Variable	Mod. Linguis.
Personal con PhD y Maestría (% del total)	X11a	ML1
Inversión en I+D (\$/ventas)	X11b	ML1
Métodos y herramientas de I+D	X12a	ML5
Nivel de conocimiento de Métodos de Investigación	X12b	ML2
Intensidad de colaboración con otras instituciones de I+D	X12c	ML2
Intensidad de colaboración entre distintas dependencias de la organización	X12d	ML2
Proyectos de I+D que se han convertido en innovaciones (% respecto al total)	X13a	ML1
Patentes	X13b	ML1
Registros	X13c	ML1
% de Utilización de la tecnología adquirida	X13d	ML1
Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	X14a	ML2
Dominio del inglés (% personal que domina el idioma)	X14b	ML1
Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica	X14c	ML3
Aprendizaje y desaprendizaje por transferencia de Tecnología	X14d	ML3
Presencia de la innovación en la estrategia (implícita o explícita, fuerte o débil)	X21a	ML3
Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación (incrementales o radicales, nacionales o internacionales)	X21b	ML3
Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología	X22a	ML4
Vigilancia tecnológica	X22b	ML4
Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	X22c	ML3
Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	X23a	ML4
Clima Laboral	X23b	ML2
Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación	X23c	ML2

Variable	Variable	Mod. Linguis.
Participación en el mercado nacional	X31a	ML2
Exportaciones (% del total producido)	X31b	ML1
Relacionamiento con clientes para el desarrollo de productos	X32a	ML3
Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación	X32b	ML2
Porcentaje de Crecimiento en productos líderes	X32c	ML1
Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos	X32d	ML3
Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado	X33a	ML4
Benchmarking con los productos de la competencia	X33b	ML3
Participación de nuevos productos en las ventas (% de ventas de nuevos productos introducidos en los últimos tres años)	X33c	ML1
Presupuesto de comercialización (% de ventas)	X34a	ML1
Personal de mercadeo y comercialización (% del total)	X34b	ML2
Nivel de actualización de la tecnología	X41a	ML4
Infraestructura Física	X41b	ML4
Nivel de Productividad	X41c	ML2
Protección de información	X41d	ML5
Certificaciones y reconocimientos	X42a	ML1
Grado de Importancia de la Certificación	X42b	ML2
Personal profesional y personal técnico certificado (% del total)	X43a	ML1
Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación	X43b	ML3
Acceso a crédito bancario	X51a	ML4
Acceso a recursos de capital	X51b	ML4
Participación del capital extranjero en el capital social	X51c	ML1
Acceso a financiación de fomento gubernamental	X51d	ML1
Crecimiento de ventas	X52a	ML1
Crecimiento de utilidades	X52b	ML1
Brecha entre el personal requerido y contratado	X53a	ML2
Nivel de rotación de empleados	X53b	ML4

Tabla 4 Asignación de Modelo Lingüístico para cada Variable

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la programación en FuzzyTech con las variables y factores a evaluar. Donde la Cap1=Capacidad de I+D y Aprendizaje Tecnológico, la Cap2=Capacidad de Dirección Estratégica, Cap3=Capacidad de Mercadeo, Cap4=Capacidad de Fabricación, Cap5=Capacidad de Gestión de Recursos y CTI=Capacidad tecnológica de innovación. La *Figura 22* muestra un esquema general de la codificación, pero la programación formal se presenta en el Anexo 1.

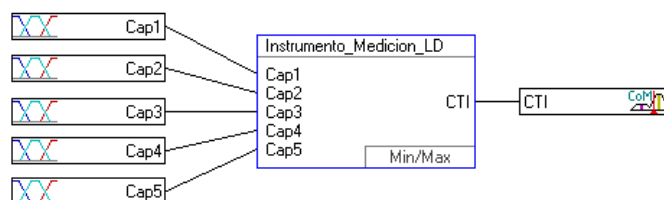


Figura 22 Estructura General del Sistema de Lógica Difusa para Medir y Evaluar CTI
Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Programación de Bloques Operadores

Son aquellos donde se incorporan las reglas de operación, las bases de conocimiento y los procesos de parametrización y concreción, dicha programación se realizó con agregación difusa del tipo Mamdani como se especificó anteriormente, donde la programación en el software corresponde a operadores *Min*, y los resultados de la agregación corresponden al Método *Max*. Ver *Figura 23*

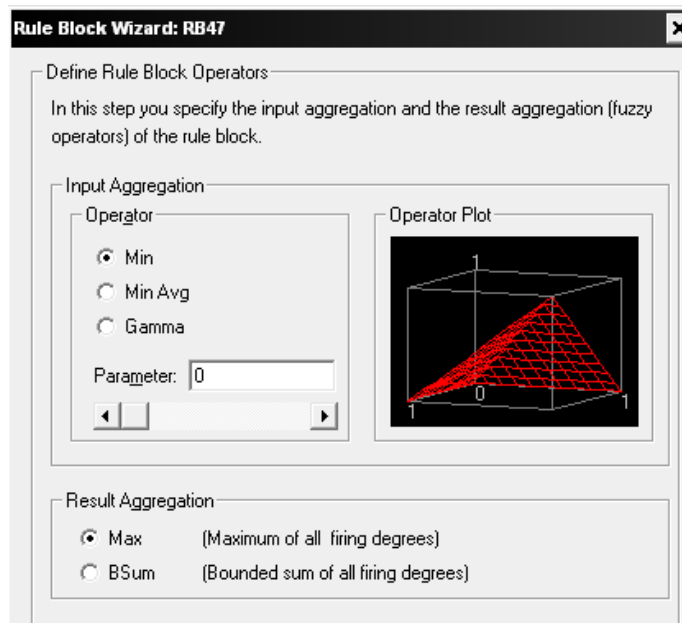


Figura 23 Reglas de Bloques Operadores
Fuente: Elaboración Propia

La ponderación obtenida para cada una de las variables y criterios considerados en el modelo se programa en los bloques operadores, donde se selecciona el grado de relación o peso específicos del Anexo 2 en cada variable. *Figura 24.*, este proceso fue supervisado y verificado con la opinión de 4 empresarios del sector software (Gerentes de MVM, Heinsohn, Pracma y Elico) y 2 expertos del tema (PhD en Administración y Pos PhD en Innovación).

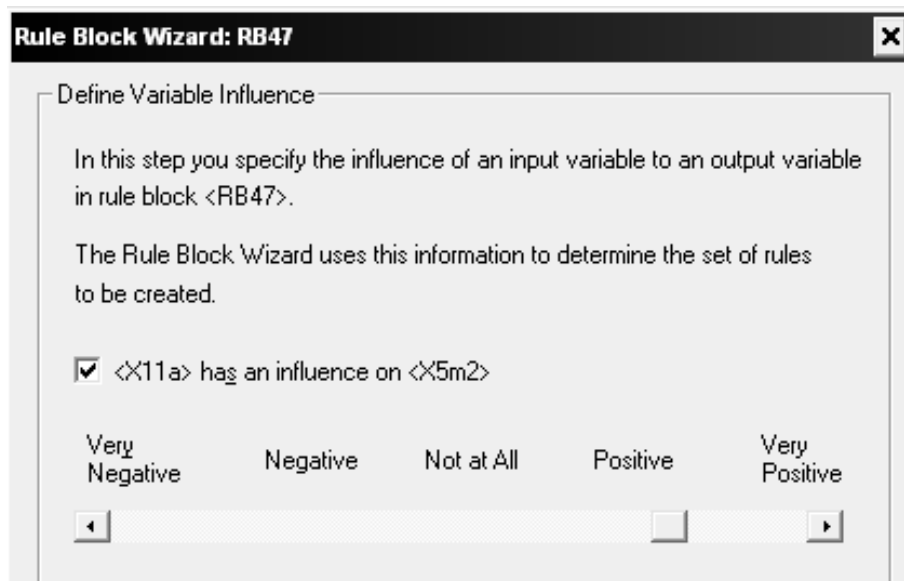


Figura 24 Programación del peso de cada Variable
Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar el razonamiento difuso se obtiene un valor entre 0 – 1, para la variable de salida que corresponde a la CTI que basará su información en el modelo LM_Out.

Para usos prácticos se realizó la programación de los cuatro tipos de encuestas en el mismo programa, con variaciones en los nombres de entrada, ponderaciones respectivas según el tamaño de la fábrica, pero se conservo la misma estructura general.

4.2.3 Generación de Base de Conocimiento

El software utilizado, crea por defecto una tabla de relación entre las variables de entrada y salida, proponiendo una base de conocimiento estándar, dependiendo de la cantidad de variables de entrada, ver *Tabla 5*, inicialmente se procede a la utilización de estas mismas, posterior a la programación de todos los bloques operadores, se realizó un ajuste y validación de cada uno de ellos, este proceso fue supervisado y verificado con la opinión de 4 empresarios del sector software (Gerentes de MVM, Heinsohn, Pracma y Elico) y 2 expertos del tema (PhD en Administración y Pos PhD en Innovación)

#	IF		THEN	
	X33a	X33b	DoS	X33
1	VP	VP	1.00	very_low
2	VP	P	1.00	very_low
3	VP	F	1.00	low
4	VP	G	1.00	low
5	VP	VG	1.00	medium
6	P	VP	1.00	very_low
7	P	P	1.00	low
8	P	F	1.00	low
9	P	G	1.00	medium
10	P	VG	1.00	high
11	F	VP	1.00	low
12	F	P	1.00	low
13	F	F	1.00	medium
14	F	G	1.00	high
15	F	VG	1.00	high
16	G	VP	1.00	low
17	G	P	1.00	medium
18	G	F	1.00	high
19	G	G	1.00	high
20	G	VG	1.00	very_high
21	VG	VP	1.00	medium
22	VG	P	1.00	high
23	VG	F	1.00	high
24	VG	G	1.00	very_high
25	VG	VG	1.00	very_high

Tabla 5 Ejemplo de Base de Conocimiento

4.2.4 Diagrama de Programación

Al tener definidas las variables de entrada y salida se procede a desarrollar la estructura para el manejo de información, según las restricciones, reglas de negocio y operaciones inmersas, el desarrollo detallado en el Anexo 1. La versión completa de la programación se encuentra en un archivo adjunto al presente documento.

El diagrama permite la facilidad de generar restricciones y alertas cuando los valores no se encuentran en los rangos predeterminados, impidiendo que los usuarios ingresen información errada. De igual forma si una pregunta no es respondida la metodología asume que el valor para esa variable es 0. Con el diseño propuesto se está limitando a los usuarios a responder con valores reales.

La herramienta utilizada para la programación permite exportar los datos de entrada y salida con una tabla dinámica de Excel 2003, y de esta forma poder realizar diferentes simulaciones con el mismo programa.

4.2.5 Diagrama Relacional de Base de Datos e Interfaz Web

La interfaz web desarrollada (Anexo 3) se alimenta de los datos de la tabla encuesta, donde se encuentran almacenadas las preguntas por unidades que el usuario debe diligenciar, para ingresar a la interfaz de usuario y proveer fidelidad y seguridad de la información de los clientes, por lo cual debe crear credencial de acceso (Nombre de Usuario y Contraseña), obtenidas en el momento de registro. (Figura 25)

Al finalizar la encuesta, el usuario, los resultados serán almacenados en una base de datos SQL Server, para posteriores estudios, o historiales recurrentes. A la información de clientes, resultados y usuarios se puede acceder en cualquier momento, por ser un aplicativo web, y de esta forma realizar modificaciones, revisión o análisis de progreso, claro está que después de diligenciar el formulario y darlo por finalizado, no se podrán modificar valores. A continuación se ilustra el modelo relacional de la base de datos y la comunicación con la interfaz web.

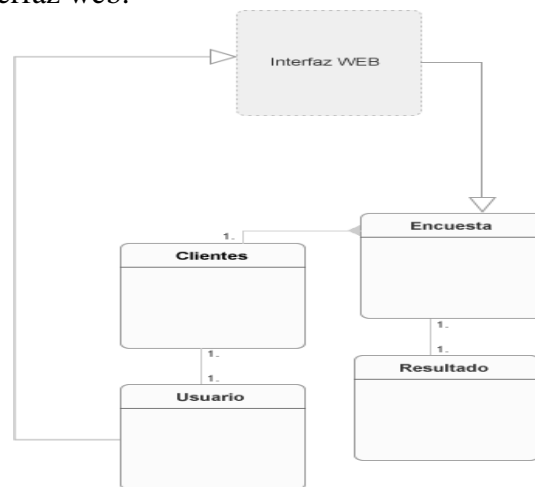


Figura 25 Diagrama Relacional de bases de Datos
Fuente: Elaboración Propia

4.3 Instrumento Desarrollado

Para el desarrollo del instrumento de medición y evaluación, se desarrolló en un aplicativo web, con el formato de HTML, que está disponible en internet para el diagnóstico de los empresarios, para conocer el grado de capacidad de innovación tecnológica que posee la empresa e identificar cual es la capacidad con mayores fortalezas y debilidades.

Los subíndices utilizados son: Microempresas (F), Pequeñas (P), Medianas (M), Grandes (G). Donde el programa estará seccionado dependiendo del tamaño de la empresa, y la ponderación se realizara de acuerdo a esta misma. Este procedimiento se realizó con la finalidad de tener un único instrumento de medida sin importar el tamaño de la organización, como se puede ver en el Anexo 1

El proceso de interacción entre las respuestas que el usuario ingresa en la encuesta y el análisis difuso, se realiza por medio de un pivote comunicador, en este caso se utilizó la herramienta ofimática Excel 2003, en la cual se ingresará la información importándola desde HTML, y posteriormente la información realimenta las entradas en el software fuzzyTech, este programa realiza el análisis difuso de las variables y regresa a Excel un resultado numérico de la CTI. Ver figura 26

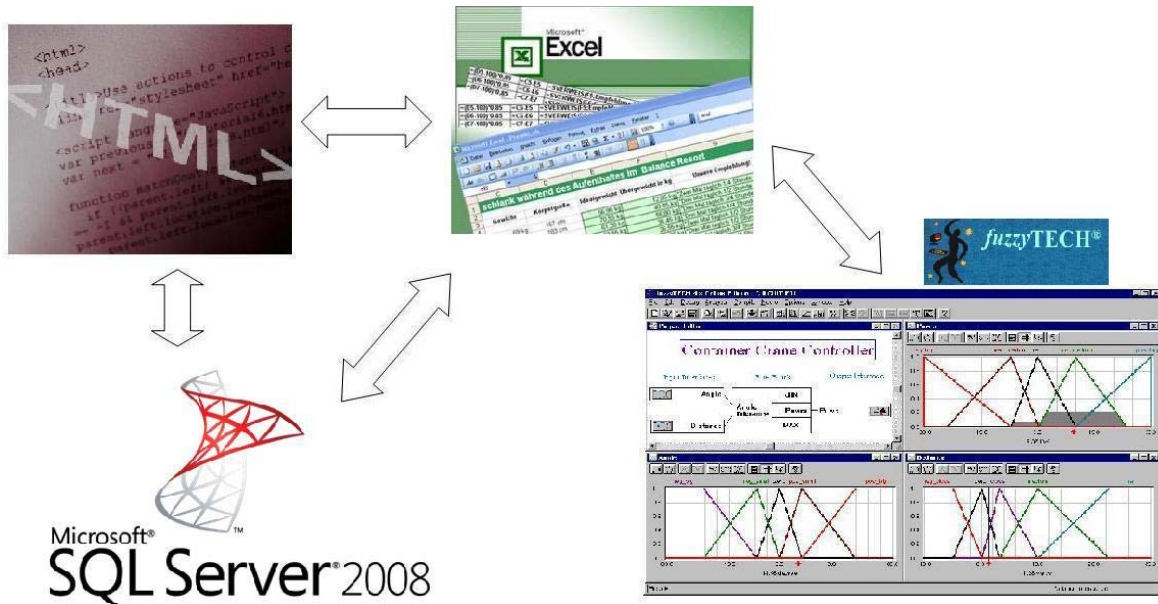


Figura 26 Diagrama general del Proceso Metodológico

Fuente: Elaboración Propia

Simultáneamente la información ingresada y la obtenida de la metodología después de a la aplicación difusa, es almacenada en una base de datos con Microsoft SQL Server, por medio de una configuración que permite ejecutar consultas distribuidas, actualizaciones, seguimiento y realizar análisis de clúster futuros.

La encuesta cuenta con una formalización de registro de usuario, para tener un antecedente de cada firma y del usuario que ingreso la información, donde se almacenaran los datos con una clave única por empresa, conservando la confidencialidad, por el tipo de información ingresada.

El instrumento de medición y evaluación desarrollado transforma los datos suministrados a un modelo difuso, almacenando los resultados en una base de datos y simultáneamente arroja un diagnostico correspondiente a un nivel de CTI (Ver ejemplo de salida Figura 27)

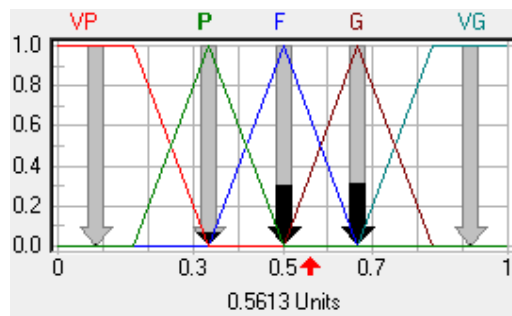


Figura 27 Ejemplo de diagnostico Final de CTI
Fuente: Elaboración Propia

4.4 Verificación y Validación Del Instrumento

Una de las tareas más importantes y difíciles a las que se debe enfrentar al desarrollar una metodología de diagnóstico y simulación es la validación y verificación del mismo. Se debe trabajar lo más próximo posible a los usuarios finales durante el periodo de desarrollo y validación para reducir (o eliminar, si es posible) el escepticismo de los mismos respecto a los resultados obtenibles mediante el proceso de modelado y simulación. Los objetivos fundamentales del proceso de validación son:

- Producir una metodología que represente el comportamiento de sistema real lo suficientemente próximo para que la metodología pueda ser implementada como una herramienta gerencial que determine direcciones estratégicas de trabajo.
- Aumentar a un nivel aceptable la credibilidad de la metodología, para que sea aceptada por los empresarios y usuarios finales a nivel de toma de decisiones sobre los resultados proporcionados por dicha metodología.

En general, la verificación enfoca el tema de la consistencia interna de un modelo, mientras que la validación está relacionada con la correspondencia entre el modelo y la realidad. El termino validación se aplica a aquellos procesos que buscan determinar si una simulación es correcta o no respecto al sistema “real”. De forma más sencilla, la validación trata sobre la cuestión “¿Se está construyendo el sistema correcto?”, mientras que la verificación responde a “¿Se está construyendo correctamente el sistema?”.

La verificación comprueba que la implementación del modelo de simulación (programa) corresponde al modelo, mientras que la validación comprueba que el modelo corresponde con la realidad. La calibración comprueba que los datos generados por la simulación coinciden con los datos reales observados.

Para la validación del instrumento se desarrollo una encuesta, dirigida a los empresarios a los cuales se realizo el diagnostico, las encuestas fueron solucionadas por expertos de diferentes organizaciones del sector, donde se logran obtener las apreciaciones personales respecto a la metodología desarrollada, simultáneamente las correcciones a realizar y los puntos a mejorar. Ver Anexo 3

La encuesta fue realizada a 4 empresarios o gerentes de empresas en Medellín, pertenecientes a *Intersoftware* (Grupo de empresas del sector de software), se segmentaron dependiendo del tamaño de la organización, los cuales brindaron criterios, sugerencias y comentarios referentes a la metodología propuesta, según el tamaño específico de su organización, posteriormente de estos análisis se realizó la calibración del instrumento desarrollado, con los ajustes pertinentes.

Se realizaron reuniones periódicas con los empresarios individualmente y tres reuniones generales con el grupo *Intersoftware*, donde se discutieron los aportes según la experiencia y se realizó la adecuación respectiva de la metodología para el caso real de la industria y de las empresas colombianas, donde se proyectó que el instrumento pueda realizar un diagnóstico actual que contemple ventajas innovadoras para poder ser competitivos en la industria internacional.

El instrumento desarrollado en HTML cuenta con una sección de sugerencias, para agregar información adicional o comentarios referentes las preguntas y/o a la metodología en general, de esta manera se podrán realizar calibraciones futuras, agregar o eliminar preguntas, de igual forma a sus valores o a las bases de conocimiento iniciales.

Actualmente (Enero 2010) se planificó instalar la herramienta desarrollada en un servidor de alguna de las empresas de *Intersoftware*, de esta manera poder hacer pública esta investigación, para que los todos los empresarios realicen el diagnóstico de CTI y estudiar el comportamiento general del clúster Antioqueño.

5. ANALISIS Y RESULTADOS

Para efectos de calibración de la metodología se realizaron encuestas a 4 fábricas de software, donde los resultados obtenidos se muestran en la *Tabla 6*.

Empresa	Cap. I+D y Aprendizaje Tecnológico	Cap. Dirección Estratégica	Cap. Fabricación	Cap. Mercadeo	Cap. Gestión de Recursos	Valor CTI	Rango CTI
Empresa 1 (Micro)	0,20	0,25	0,65	0,50	0,25	0,39	Bajo - Medio
Empresa 2 (Pequeña)	0,35	0,15	0,35	0,70	0,65	0,55	Medio
Empresa 3 (Media)	0,50	0,50	0,65	0,60	0,55	0,58	Medio
Empresa 4 (Grande)	0,70	0,73	0,83	0,9	1,00	0,79	Alto

Tabla 6 Resultados de Capacidades

Uno de los resultados de análisis es el nivel **BAJO-MEDIO** de CTI general en promedio, generalmente este aspecto se ve evidenciado por la carencia de departamentos de I+D, por la falta de planeación, gestión y dirección desde la gerencia en lo referente al desarrollo de la innovación en productos y servicios, la debilidad de estrategias de mercadeo y comercialización a nivel internacional, la carencia de registros de nuevos desarrollos y falta de conocimiento de herramientas de I+D.

No obstante, en esta época de proliferación de las tecnologías de comunicación, en general estas empresas carecen de fortalezas de relacionamiento entre empresas del sector, transferencia tecnológica, realización de proyectos conjuntos Universidad-Empresa-Estado y conocimiento de herramientas para trabajo distribuido, fomentando debilidades en las CTI.

Un factor interesante a destacar es el nivel **ALTO** de CTI obtenido por la empresa grande, principalmente se debe al tipo de organización, que es de talla mundial, donde exporta el 90% de su producción, cuenta con certificaciones importantes, es una empresa colombiana de alto reconocimiento en desarrollo de software, tiene apoyo e inversión extranjera, tiene documentados el 95% de sus procesos, cuentan con un plan de acción a futuro, realiza grandes inversiones en I+D, todo su personal de producción es profesional y en gran parte esta certificado, realiza procesos formales de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica y más del 70% del personal domina una lengua diferente al español. En la Figura 28 se presenta el valor obtenido en la simulación donde la CTI tiene un valor de 0,79 (Valor A dimensional) representando su CTI en valor en Alto.

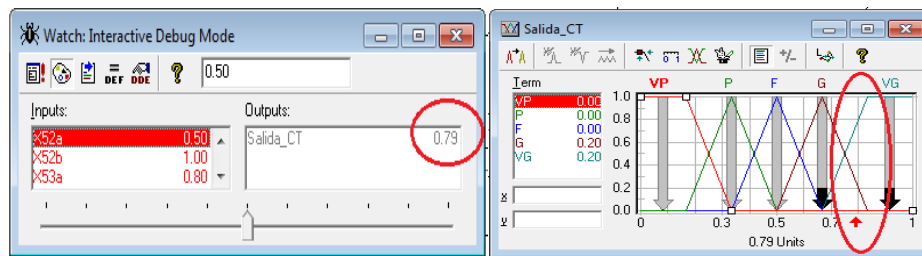


Figura 28 Ejemplo de Diagnostico en la simulación para la empresa Grande.

Fuente: Elaboración Propia

En promedio las empresas tienen grandes Capacidades de Fabricación, evidenciando una fortaleza importante para ser competitivos internacionalmente, pero esta fortaleza se ve opacada por la carencia o debilidad presentada en las demás capacidades constitutivas.

Para la empresa pequeña que cuenta con 45 empleados, con ventas nacionales correspondientes al 90% de la producción y un 10% restante pertenece a ventas en el exterior, la CTI obtenida corresponde a 0,39 (Valor A dimensional) que se ubica en el rango Bajo-Medio así como se presenta en la *Figura 29*, donde se muestra que el resultado del diagnostico está más inclinado al nivel bajo.

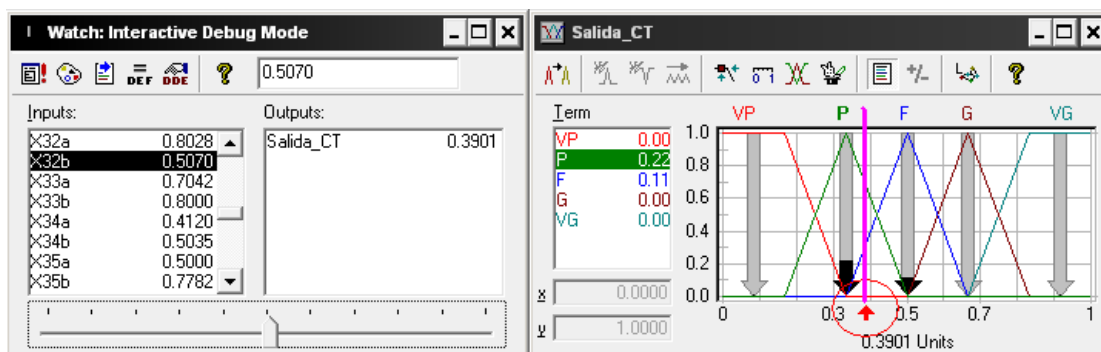


Figura 29 Ejemplo de Diagnostico en la simulación para la empresa Grande.

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos en la *Tabla 6*, los empresarios pueden tomar estrategias de acción y corrección, determinando cual es el aspecto más importante a mejorar o cual requiere correctivos, por ejemplo para la empresa grande, se puede visualizar que la empresa debe fijar sus esfuerzos en mejorar la capacidad de I+D y aprendizaje tecnológico, de igual forma para la dirección estratégica. Para el caso de la empresa pequeña se deben centralizar sus esfuerzos en la dirección estratégica.

Un aspecto interesante a recalcar es que a medida que incrementa el tamaño de la organización, su CTI también aumenta, principalmente se debe al tiempo de experiencia lo cual muestra que las empresas formalizan su estructura de trabajo, tienen mayor posibilidad de acceder a mercados internacionales, cuentan con más recursos para invertir en I+D y en personal calificado, accediendo más fácil a certificaciones de calidad.

6. LIMITACIONES

La metodología tiene inmersas ciertas limitaciones entre ellas se pueden destacar:

- La interacción manual al ingresar la información, esto se debe a restricciones propias del software, cuando se realiza una encuesta, es necesaria la manipulación de un administrador para limpiar los valores ingresados al software.
- La cantidad de variables a considerar, no se pueden exceder de las permitidas por el software lo cual limita el crecimiento de la cantidad de preguntas a usar.
- Para el uso comercial de la metodología se deben adquirir las licencias respectivas del software y de la base de datos.

7. PROPUESTAS PARA NUEVOS ESTUDIOS

- Después de obtener la información de todas las empresas de software antioqueñas o colombianas, se pueden hacer estudios a nivel local o nacional que logren proponer la dinámica y comportamiento de las empresas.
- Realizando las pertinentes modificaciones a la metodología con respecto a preguntas y bases de conocimiento, esta puede ser empleada en diferentes sectores.

CONCLUSIONES

Se desarrollo una propuesta metodológica con métricas específicas que relacionan la capacidad tecnológica de innovación y el desempeño de las organizaciones para medir y evaluar las CTI.

Tras haber comparado diferentes metodologías y propuestas académicas, se concluye que el empleo de estas no se logra acoplar adecuadamente al caso de estudio particular que se desea analizar, es por ello que metodología propuesta cuenta con la unión de diferentes características, factores y variables especiales para empresas de software.

Según el análisis general de la metodología, con la respectiva verificación y validación con expertos y de forma experimental, se infiere que las CTI de las empresas de software en Medellín se encuentran en rango **Bajo-Medio**, por no contar con las características adecuadas para ser competitivos en los mercados internacionales. Cabe aclarar que en el diagnostico realizado no todas las empresas obtuvieron este resultado, donde se encuentra el caso particular de la empresa Grande que cuenta con una CTI es **Alta**. Lo cual comprueba argumentos de la literatura de la estrecha relación que tienen las capacidades tecnológicas con el desempeño de las organizaciones.

Como resultado de la investigación realizada se concluye que, en la medida que exista un entorno positivo y propicio para el aprendizaje colectivo, para el intercambio de experiencias, transferencia tecnológica, y el trabajo en conjunto, serán más factibles los procesos de innovación, además aspectos importantes como el acceso a capital de riesgo, la generación de políticas nacionales de innovación y la transferencia de conocimiento, pueden lograr el desarrollo de empresas de talla mundial.

La propuesta metodológica desarrollada es una herramienta de diagnostico interno particular para las fabricas de software (por la dinámica del sector, al basarse en conocimiento y capital intelectual, las bases de conocimiento propuestas y la calibración según los empresarios del sector), donde se logra visualizar en conjunto y de manera individual las capacidades constitutivas más importantes y relevantes para ser competitivos en mercados internacionales.

La metodología podría adaptarse y acoplarse para cualquier tipo de empresa y sector, con algunas modificaciones pertinentes, incluyendo criterios que se basen en recursos físicos, los cuales no fueron contemplados a profundidad, por ser empresas fundamentadas en conocimientos, desarrollos y productos intangibles.

Para mejorar la metodología desarrollada y el método de estructuración, se sugiere profundizar y detallar algunos criterios especializados referentes a la selección de expertos y preguntas, pesos de ponderación, conversión de escalas, cuestionarios sucesivos,

aplicando con rigurosidad el método Delphi o técnicas bayesianas de comportamiento, además de la revisión de diferentes tipos de instrumentos profundizando aspectos como la validez y confiabilidad de la prueba, analizando detalladamente las bases de conocimiento con la finalidad de reducir la saturación de reglas evitando duplicidad.

La utilización de sistemas de lógica difusa es una herramienta con gran alcance y fortaleza para afrontar retos tan fuertes como la medición de la innovación, por el análisis, la relación y la evaluación que se pueden obtener de las variables a considerar, al contemplar medidas cuantitativas y cualitativas.

Con el fin de hacer frente a la información imprecisa y cualitativa y manejar las variables que remiten a términos lingüísticos (del tipo “bajo”, “muy bajo”, “más o menos alto”, etc.) la opción seleccionada es la representación mediante Conjuntos Difusos (Zadeh, 1973). La representación difusa ayuda a dar cuenta de la ambigüedad y vaguedad de las evaluaciones cualitativas. Por ejemplo, respecto a la intensidad de relación con otras instituciones se podría decir que es “baja”, “media” o “alta”. Debido a su ambigüedad, estas categorías lingüísticas pueden ser representadas de una manera más significativa a través de Conjuntos Difusos en vez de escalas numéricas. Por ejemplo, la imprecisión en las declaraciones del tipo “una gran cantidad de tiempo lo dediqué al diseño”, puede ser tenida en cuenta por una representación difusa. En tales casos, la transición entre, por ejemplo, una gran cantidad de tiempo y una cantidad media no está claramente definida, siendo, más bien, una cuestión de grado. En estos casos las representaciones difusas han probado ser mucho más convenientes que los enfoques tradicionales.

BIBLIOGRAFIA

Amit R. y H. Schoemaker. (1993). Strategic Assets and Organizational Rent. *Strategic Management Journal* 14, 33-46.

Aoyama, M. (1996). Beyond software factories: concurrent-development process and an evolution of software process technology in Japan. *Information and Software Technology*, 38(3), 133-143.

Archibugi, D., Coco, A. (2004): A new Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ARCO). Research Paper Series, Vol. 15, N°44, CEIS Tor Vergata, Rome.

Ariffin, N y Bell, M. (1999). Patterns of subsidiary–parent linkages and technological capability building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia. In: JOMO, K.S. y FELKER, G. (eds.), *Industrial Technology Development in Malaysia*. Routledge.

Arora, A. y Gambardella, A. (2005). *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press.

Athreye, S. (2005). The Indian software industry. In: Arora, A. y Gambardella, A. (Eds), *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press.

Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Tarverdian, S., & Saberi, M. (2006). Integration of artificial neural networks and genetic algorithm to predict electrical energy consumption. In *Proceeding of the 32nd annual conference of the IEEE industrial electronics society - IECON'06*. Paris, France: Conservatoire National des Arts and Metiers.

Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.

Bell, M. (1984). Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In: KING, K. y FRANSMAN, M. (eds.). *Technological capability in the third world*. Londres: Macmillan.

Bell, M. y Pavitt, K (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2, 2.

Bell, M. y Pavitt, K (1995). The development of technological capabilities. In: HAQUE, I.U. (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank.

Bellavista et al. (1991) Evaluación de la investigación, Colección cuadernos metodológicos No. 23 Centro de investigaciones Sociológicas Madrid Pág. 117

Bemer R.W. (1968), “Machine-controlled production environment”, Report NATO Conf on Stwe Engg., Garmisch, 94-95, 1968 Oct 7

Bianco, C., Lugones, G., y Peirano, F. (2003). Propuesta metodológica para la medición de la Sociedad del Conocimiento en el ámbito de los países de América Latina. Revista Iberoamericana Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Buesa, y Molero. (1992), Patrones del cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas, Civitas, Madrid

Buesa, M., et al (2002): Los factores determinantes de la Innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas. Revista Economía Industrial N° 347, pp. 67-84.

Burgelman, R. A., Christensen, C. M., and Wheelwright, S. C. (2004), Strategic Management of Technology and Innovation, Boston, Mass.: McGraw-Hill

Breznitz, D. (2005). The Indian software industry. In: Arora, A. y Gambardella, A. (Eds), The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. Oxford: Oxford University Press.

Brunekreef, J., y Diertens, B. (2002). Towards a user-controlled software renovation factory. *Science of Computer Programming*, 45(2-3), 175-191.

Cohen W. M. and Levinthal D. A., 1990, Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp. 128-152.

Camagni, R. 1991. “Innovation networks: spatial perspectives”. Chapter 7. Edited by Roberto Camagni on behalf of GREMI. Belhaven Press, London and New York.

Capaldo, G.; Landoli, L.; Raffía M. y Zollo, G. (2003). The Evaluation of Innovation Capabilities in Small Software, 21, 343-354.

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, (2002) “Innovation systems: analytical and methodological issues”. *Research Policy* 31, pp. 233-245.

Chudnovsky et al. (2001). El sector de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina: Situación actual y perspectivas de desarrollo en: <http://www.fundcentit.org.ar/Descargas/dt27.pdf> .

Ching-Chiao Yang (2009). Assessing resources, logistics service capabilities, innovation capabilities and the performance of container shipping services in Taiwan, *Production Economics* 122 (2009) 4–20.

Chun-hsien Wang, Iuan-yuan L, y Chie-bein C, (2008), Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty pp 349-363.

Crepon, B., E. Duguet and J. Mairesse (1998), *Research, Innovation and Productivity: An econometric analysis at the firm level*, NBER Working Paper 6696, Cambridge.

Davila T, Marc J. Epstein, Sharon F. Matusik, (2004), *Innovation Strategy And The Use Of Performance Measures*, *Advances in Management Accounting*, Volume: 13 pp2 7 - 58

Del Monte A. and Papagni E., 2003, R&D and the Growth of Firms: Empirical Analysis of a Panel of Italian Firms, *Research Policy*, 32 (6), 1003-1014

Djellal, F., y Gallouj, F. (1999). Services and the search for relevant innovation indicators: A review of national and international surveys. *Science and Public Policy*, 26(4), 218-232.

Dosi, G; Nelson, R. y Winter, S. (2000). *The nature and dynamics of organizational capabilities*, Oxford University Press.

Drucker, P. (1985). *La Innovación y el empresario innovador*. Ed. Edhasa. Pág. 25-26; 35-44.

Ernst, D. T. Ganiatsos, y L. Mytelka (1998), *Technological Capabilities and Export Success in Asia*, Routledge, London,;pag 17

Fernández, A. G. (2002). *Distribución, crecimiento y desarrollo: Principales aportes teóricos que explican su interrelación*. Tesis de grado, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.

Figueiredo, P. (2004), *Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil*. In: *Revista Brasileira de Inovação*, 3, 2.

Freeman C., J. Clark, y L.L.G. Soete. (1982) *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves in Economic Development*. London: Frances Pinter.

Freeman C., y C. Perez. (1985) "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour." In: Dosi et al., eds., pp. 38-61.

Furman, J.L., Porter, M.E., Stern, S., (2002). The determinants of national innovative capacity, *Research Policy*, 31, p.p. 899-933

Godin, B. (2002). The rise of innovation surveys: measuring a fuzzy concept. Retrieved October 16, 2002, de www.ost.qc.ca ultima visita enero 2009

Grant, R. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, Spring, 114-135.

Griliches, Zvi, 1986. "Productivity, R&D, and the Basic Research at the Firm Level in the 1970's," *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 76(1), pages 141-54, March.

Grundey, M. R. Heeks, Romainia's (1998). Hardware and software industry building IT policy and capabilities in a transition economy, *Development Informatics Working Paper*, University of Manchester, No. 2/;

Guan, J y Ma, M. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, 23, 737-747.

Guan, J y Ma, M. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models, *European Journal of Operational Research* 170 (2006) 971-986

Guiarratana M, Pagano A, y Torrisi, S. (2005). The Indian software industry. In: Arora, A. y Gambardella, A. (Eds.), *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press.

Guijarro, J.M. (1999), *Gestión de la innovación en las empresas industriales de la Comunidad Valenciana*, AIDO, Valencia

Geroski, P., Machin, S., 1993. Innovation, profitability and growth over the business cycle. *Empirica*, 20, 35-50.

Hall Bronwyn H. y Jacques Mairesse 2009. "Measuring the Returns to R&D," NBER Working Papers 15622, National Bureau of Economic Research, Inc

Hall, Bronwyn H. y Mairesse, Jacques, 1995. "Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms," *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 65(1), pages 263-293, January

Jones, A., Sainsbury, B., Dowie, N., & Kavanagh, T. (2003). *Measuring innovation performance - current status and future considerations*. Canberra: Department of Industry, Tourism and Resources.

Junqueira, A.; Stefanuto, G. y Veloso, F. (2005). The Indian software industry. In: Arora, A. y Gambardella, A. (Eds.), *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press.

Karsak y Kuzgunkaya, 2002. A fuzzy multiple objective programming approach for the selection of a flexible manufacturing system. *International Journal of Production economics*. v79. 101-111.

Katz, J. (1972). Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente. Buenos Aires: Instituto Torcuato Di Tella Centro de Investigaciones Económicas Superí 1502.

Kim, L. (1997). The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. *California Management Review*, 39, 3.

Kim, L. & Nelson, R.R. (2000). *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*. New York: Cambridge University Press.

Klir J.G, Yuan B. (1995). *Fuzzy Set and Fuzzy logia. Theory and applications*. : Prentice Hall.

Knott, A. M., & B. McKelvey 1999. "Nirvana Efficiency: A Comparative Test of Residual Claims and Routines." *Journal of Economic Behavior and Organization*, 41: 365–382.}

Kosko, B. (1992). *Pensamiento borroso: la nueva ciencia de la lógica borrosa*. Barcelona. Crítica.

Kremp, E. and J. Mairesse (2004), "Knowledge Management, Innovation, and Productivity: A Firm Level Exploration Based on French Manufacturing CIS3 Data", NBER Working Paper 10237.

Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20, 2.

Lawson, B. y Samson, D. (2001). Developing innovation capability in organisations: a dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5,3.

Li, C., Li, H., & Li, M. (2001). *A Software Factory Model Based on ISO 9000 and CMM for Chinese Small Organziations*. Paper presented at the Second Asia-Pacific Conference on Quality Software (APAQS'01).

Liu, X. and Wang 2003. "Does Foreign Direct Investment Facilitate Technological Progress? Evidence from Chinese Industries." *Research Policy* 32(6):945–53.

Lorenzoni, G. and Lipparini, A. (1999). The leveraging of interfirm relationships as a distinctive organizational capacity: A longitudinal study. *Strategic Management Journal*. 20: 317–328.

Lööf, Hans & Heshmati, Almas, 2000. "Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm Level Innovation Study," Working Paper Series in Economics and Finance 387, Stockholm School of Economics, revised 14 Aug 20

Lopez, A. y Lugones, G. (1998). "Los tejidos locales ante la globalización del cambio tecnológico". *Revista REDES*. Nro. 12. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires.

Lorenzoni G., Lipparini A., 1999. The Leveraging of Interfirm Relationships as a Distinctive Organizational Capability: A Longitudinal Study, *Strategic Management Journal*, Vol. 20, 4, pp. 317 - 338.

Manual de Frascati (2002), Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, Fundación Española de ciencia y tecnología.

Medina S. (2007) "Modelo De Inferencia Difuso Para Estudio de Crédito" *Revista DYNA* Agosto 21.

Michela A. (2009) Learning concurrently partition granularities and rule bases of Mamdani fuzzy systems in a multi-objective evolutionary framework, *International Journal of Approximate Reasoning* 50 (2009) 1066–1080

Minasian, Jora R (1969), *The American Economic Review (AER)*, 59(2), 80 – 85,

Napal, M. (2001). "Una visión Neo Schumpeteriana del Cambio Tecnológico en los Países Latinoamericanos" Tesis de Grado, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.

Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Belknap Press.

Nelson, R (1996). "National Innovation Systems: A retrospective on a Study. en *Organisation and Strategy in the Evolution of Enterprise*. Ed. Dosi y Malerba.

OCDE (2002), Manual de Frascati, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, "Frascati Manual 1993", *The Measurement of Scientific and Technological Activities Series*, París.

OCDE (2005), Manual de Oslo, Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, París. <http://www.finep.gov.be>. Última visita Noviembre 2008

Patel, P., Pavitt, K. (2000) "National System of innovation under strain: the internationalisation of corporate R&D", en R. Barrell, G. Mason, O'Mahoney (Eds) Productivity, Innovation and Economic Performance. Cambridge University Press.

Piattini, M., & Daryanani, S. (1995). *Elementos y Herramientas en el Desarrollo de los Sistemas de Información. Una visión actual de la tecnología CASE: Ra-MA.*

Piattini, Caballero y Garcia. (2006) Towards a quality model for grid portals. 1st International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT2006). INSTICC Press. Vol.1. 333-338. ISBN: 972-8865-69-4. Setúbal

Prajogo D y Ahmed, E. (2006). Relationships between innovation stimulus, innovation capacity, innovation perform. RyD Management, 36.

Prasnikar J., et al (2008) Identifying and Exploiting the Inter relationships between Technological and Marketing Capabilities, Long Range Planning 41 (2008) 530-554

Robledo, J. y Ceballos, Y. (2008). Estudio de un proceso de innovación utilizando la dinámica de sistemas. Cuad. Adm. Bogotá (Colombia). 12, 35.

Romijn, H. y Albaladejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. Research Policy, 31, 1053-1067.

Rousseva R. (2008), Identifying technological capabilities with different degrees of coherence: The challenge to achieve high technological sophistication in latecomer software companies (based on the Bulgarian case), Technological Forecasting y Social Change 75 (2008) 1007–1031

Rousseva. R. (2007) Approach for analysing capabilities in latecomer software companies, UNU MERIT Working Paper: 2007/ 035, 56 pages.

Rumelt, R. P. (1987). Theory, Strategy, and Entrepreneurship. In: D. J. Teece (ed.). The Competitive Challenge. Cambridge (MA): Ballinger.

Salazar, M., y Holbrook, J. A. (2004). In search of impact and outcome indicators based on Vancouver biotechnology cluster studies. Paper presented at the International Colloquium "Measuring the impacts of science", Montreal, June 17-18.

Sands, A. (2005). The Irish Software industry. In: Arora, A. y Gambardella, A. (Eds.), The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. Oxford: Oxford University Press.

Sang-Yon T. L, Hee-Woong K, y Sumeet G (2009). "Measuring open source software success", *Omega* 37 pag. 426-438.

Sanpedro, J. y Vera Cruz, A. (2003). Learning and accumulation of technological capabilities in exportation maquiladora industry: case Thompson-Multimedia from Mexico. *Espacios*. Vol. 24 2. Última fecha de consulta: marzo de 2006. En: <http://www.revistaespacios.com/a03v24n02/032402.html>.

Schumpeter, J. A. (2002). *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Solow, R (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics*, 39:312-320.

Swanson, K., Kent, D., McComb, J., & Dave, D. (1991). *The Application Software Factory: Applying Total Quality Techniques to Systems Development*. *MIS Quarterly*, 15(4), 567-579.

Tether, B., Miles, I., Blind, K., Hipp, C., de Liso, N., y Cainilli, G. (2002). Innovation in the service sector - Analysis of data collected under the Community Innovation Survey (CIS-2). Retrieved April 28. from <http://les.man.ac.uk/cric> Última visita enero 2009.

Teece, D. y Pisano (1994). *The Dynamic Capabilities of firms: An introduction, industrial and corporate change*. 3, 3.

Torrise, S. (1998). *Industrial Organization and Innovation. An International Study of the Software Industry*. Edward Elgar, Cheltenham.

Tschang, T.(2001) *The basic characteristics of skills and organisational capabilities in the Indian software industry*, ADB Institute Working Paper Series.

Tschang, T. (2003) *China's software industry and its implications for India*, OECD Working Paper Series, 2003.

Tschang, T. (2005). *The Indian software industry*. Arora, A. y Gambardella, A. (Eds.), *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press.

Tushman, M. L., O'Reilly III, C.A., (1998). *Innovación*, Prentice Hall, México.

Tushman M.L., Anderson P., O'Reilly C. (1997), "Technological Cycles, Innovation Streams and Ambidextrous Organizations: Organizational Renewal Through Innovation Streams and Strategic Change", in Tushman M.L. e Anderson P., "Managing Strategic Innovation and Change", Oxford University Press

Van den Brand, M., Sellink, A., & Verhoef, C. (2000). Generation of components for software renovation factories from context-free grammars. *Science of Computer Programming*, 36(2-3), 209-266.

Vence Dexa J. (1995). *Economía de la Innovación y del Cambio Tecnológico*. Editorial Siglo XXI. Madrid. España.

Wang, Li-Xin (1994) "Adaptative Fuzzy Systems and Control. Design and Stability Analysis" Prentice Hall, New Jersey,

Wang, Li-Xin (1992) "Fuzzy Systemes are Universal Approximators" en Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems, San Diego, California 1992, pp 1163-1170

Wang, Li-Xin y Mendel, Jerry. (1992) "Back Propagation Fuzzy System as Nonlinear Dynamic Systems Identifiers" en Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Sna Diego, California, pp 1409-1418

Wang, L (1992) "Fuzzy Basis Functions, Universal Approximation, ang Orthogonal Least-Squares Learning" en IEEE Transactions on Neural Networks, Vol 3, No 5, Septiembre 1992, pp 807-814

Wang, Li-Xin y Mendel, Jerry. (1991) "Generating Fuzzy Rules by Learning from Examples" en Proceedings of the IEEE 1991 International Symposium on Intelligent Control 13-15 August, Arlington, Virginia, U.S.A. pp 263-268

Wen-Min Lu, Wei-Kang Wang, Wei-Ting Tung, Fengyi Lin (2010), Capability and efficiency of intellectual capital: The case of fables companies in taiwan, expert systems with applications 37 (2010) 546–555

Wenqiang Li, Yan Li, Jian Wang, Xiaoying Liu (2010), The process model to aid innovation of products conceptual design, Expert Systems with Applications 37 (2010) 3574–3587

Winter, S. (2000). The satisficing principie in capability learning. *Strategic Management Journal*, 21.

Winter, S. (2003). Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, 24, 10.

Wolfe, D., y Gertler, M. (2003). Clusters Old and New: Lessons from the ISRN study of cluster devepment. In D. Wolfe (Ed.), *Clusters Old and New: The Transition to a*

Knowledge Economy in Canada's Regions (pp. 1-36). Montreal y Kingston, London, Ithaca: McGill-Queen's University Press.

Yam, R.C.M., Guan, J.C., Pun, K.F., Tang, E.P.Y. (2004). An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy* 33 (8), 1123–1140.

Zhi-Ping F, Bo Feng, Yong-Hong S. y Wei Ou, (2009), Evaluating knowledge management capability of organizations: a fuzzy linguistic method, *Expert Systems with Applications* 36 (2009) 3346–3354

Zadeh, L. (1965): "Fuzzy sets", *Information and Control*, 8, 338-353.

Zadeh, L. (1973), 'Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes', *IEEE Transactions on Systems. Man and Cybernetics* 3(1), 35-48.

Zadeh, L. Bellman, R.; (1970). "Decision Making in a Fuzzy Environment". *Management Science*, vol. 17, N° 4, pp.141-164.

Zollo, G., landoli, L., y Cannavacciuolo. A . (1999), 'The performance Requirements Analysis with Fuzzy Logic'. *Fuzzy Economic Review* 4(1), 35-73.

ANEXO 1.

Diagrama Relacional en FuzzyTech para Micro y Fami Empresas

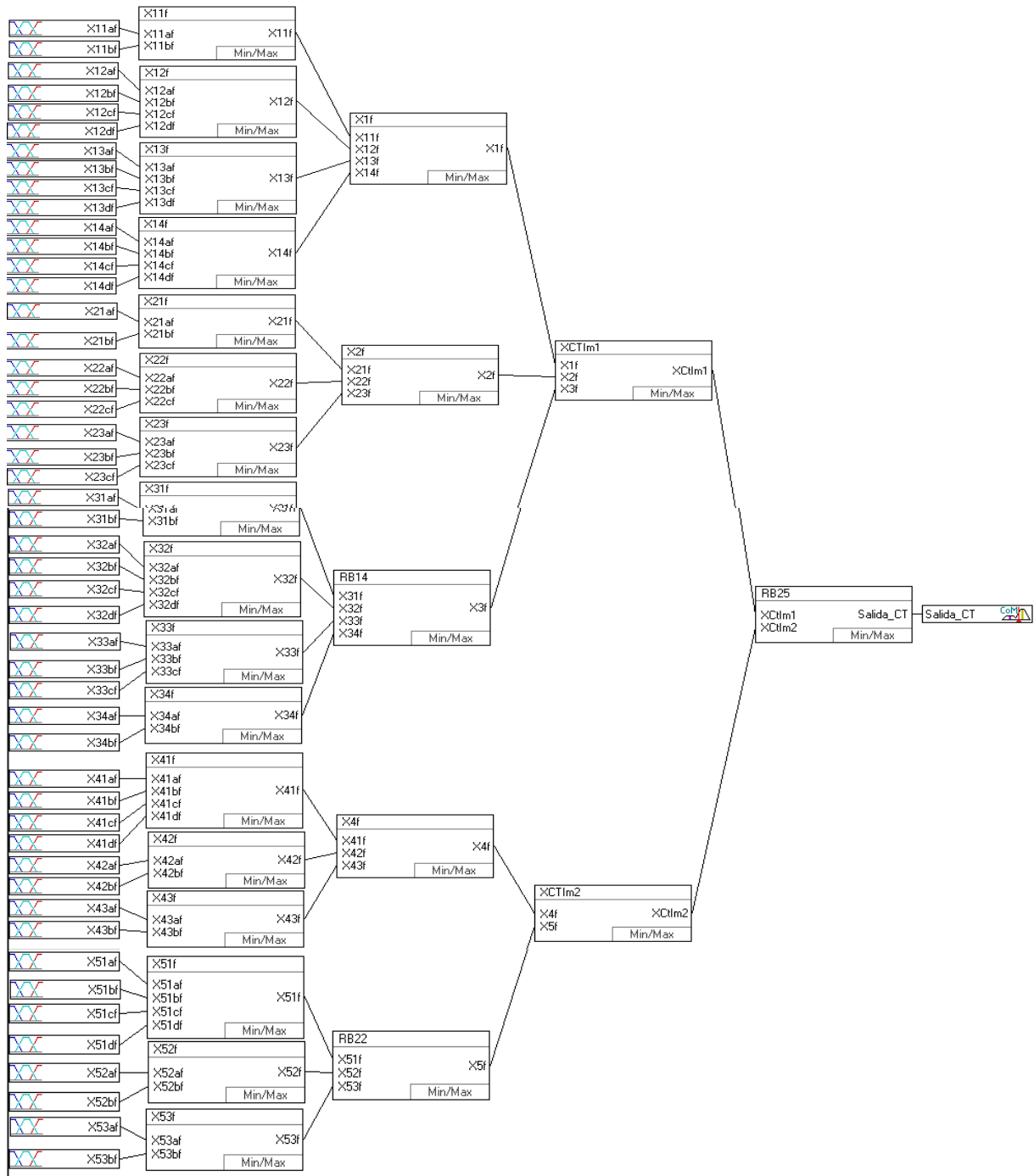


Diagrama Relacional en FuzzyTech para Pequeñas Empresas

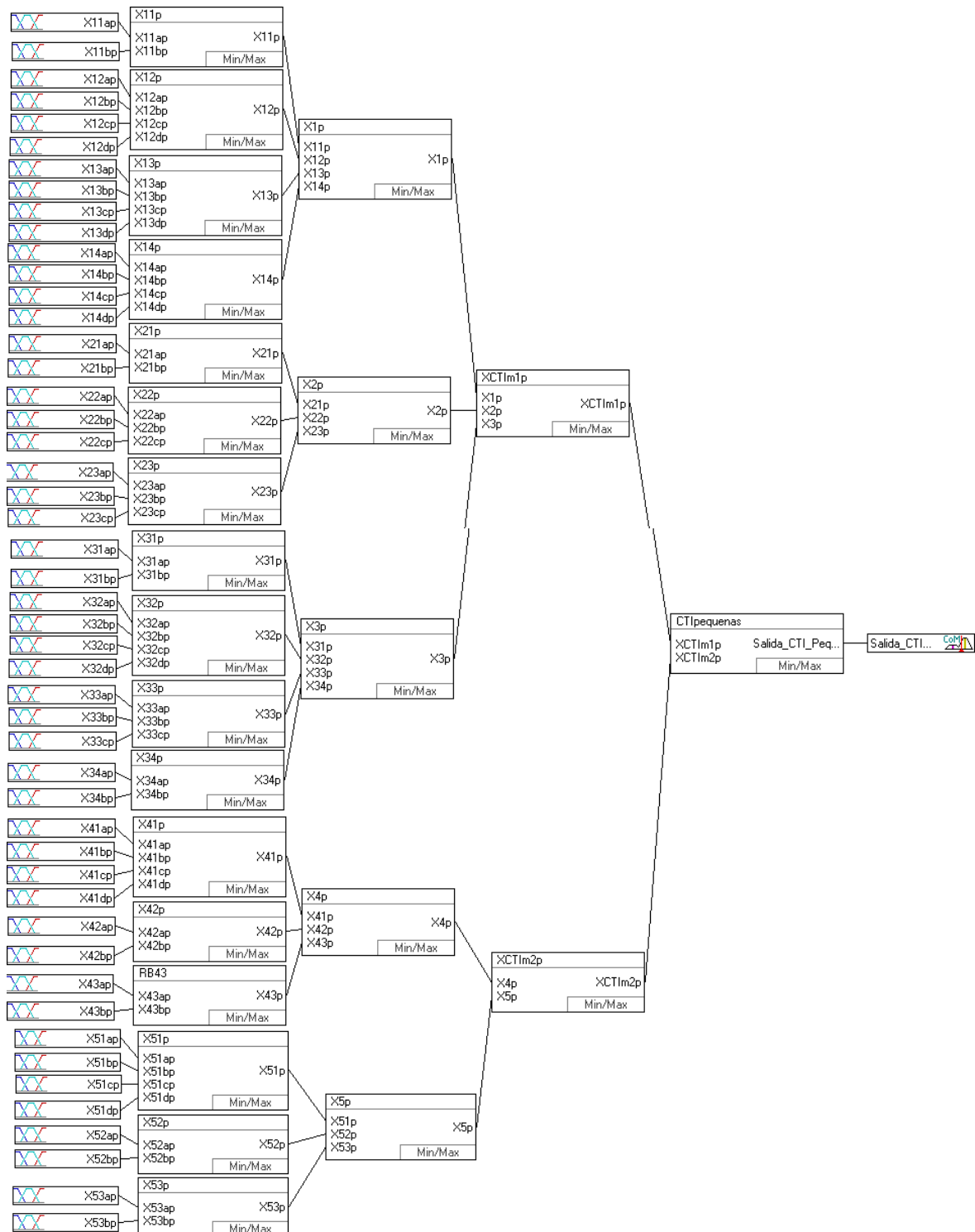


Diagrama Relacional en FuzzyTech para Pequeñas Medianas

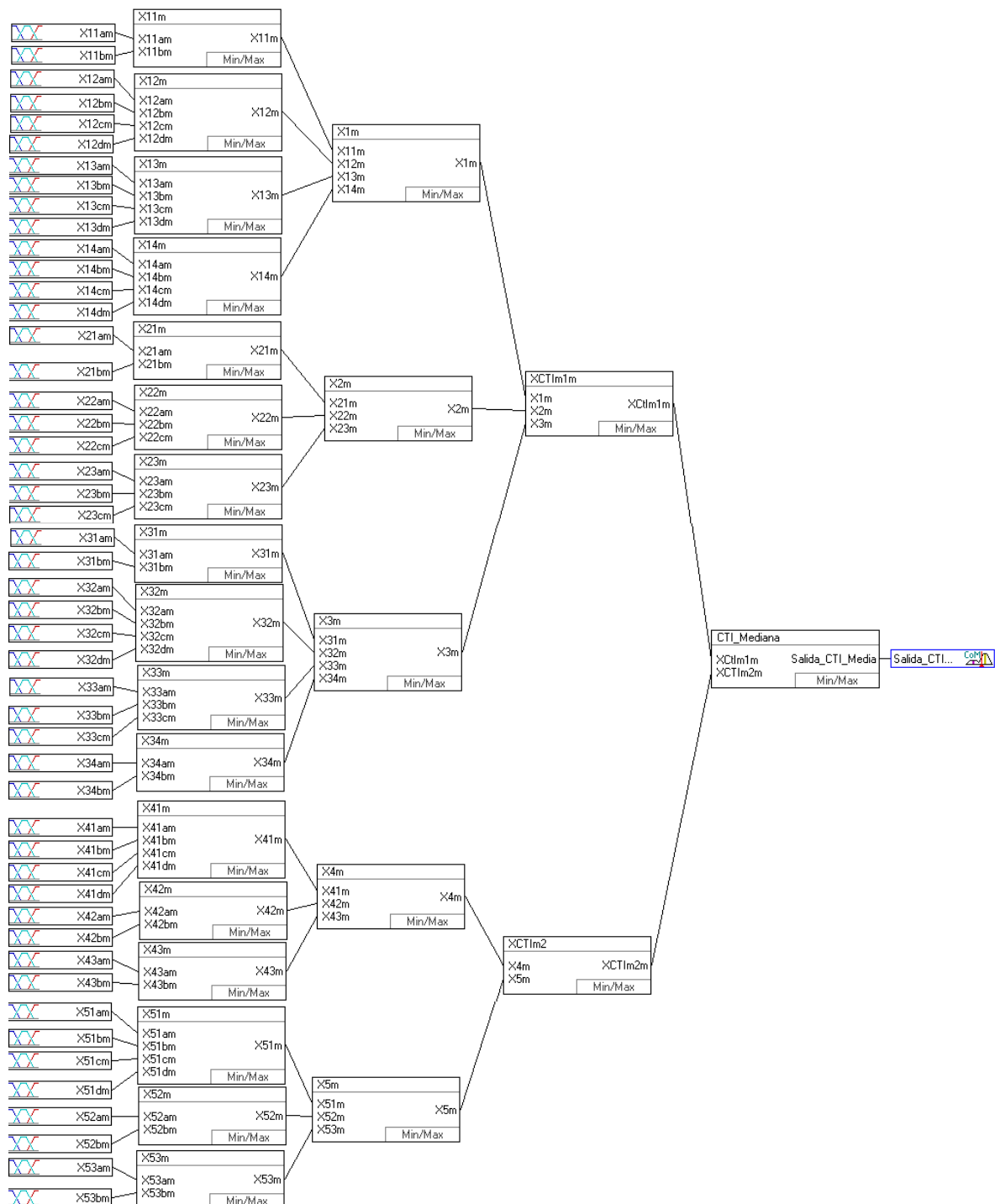
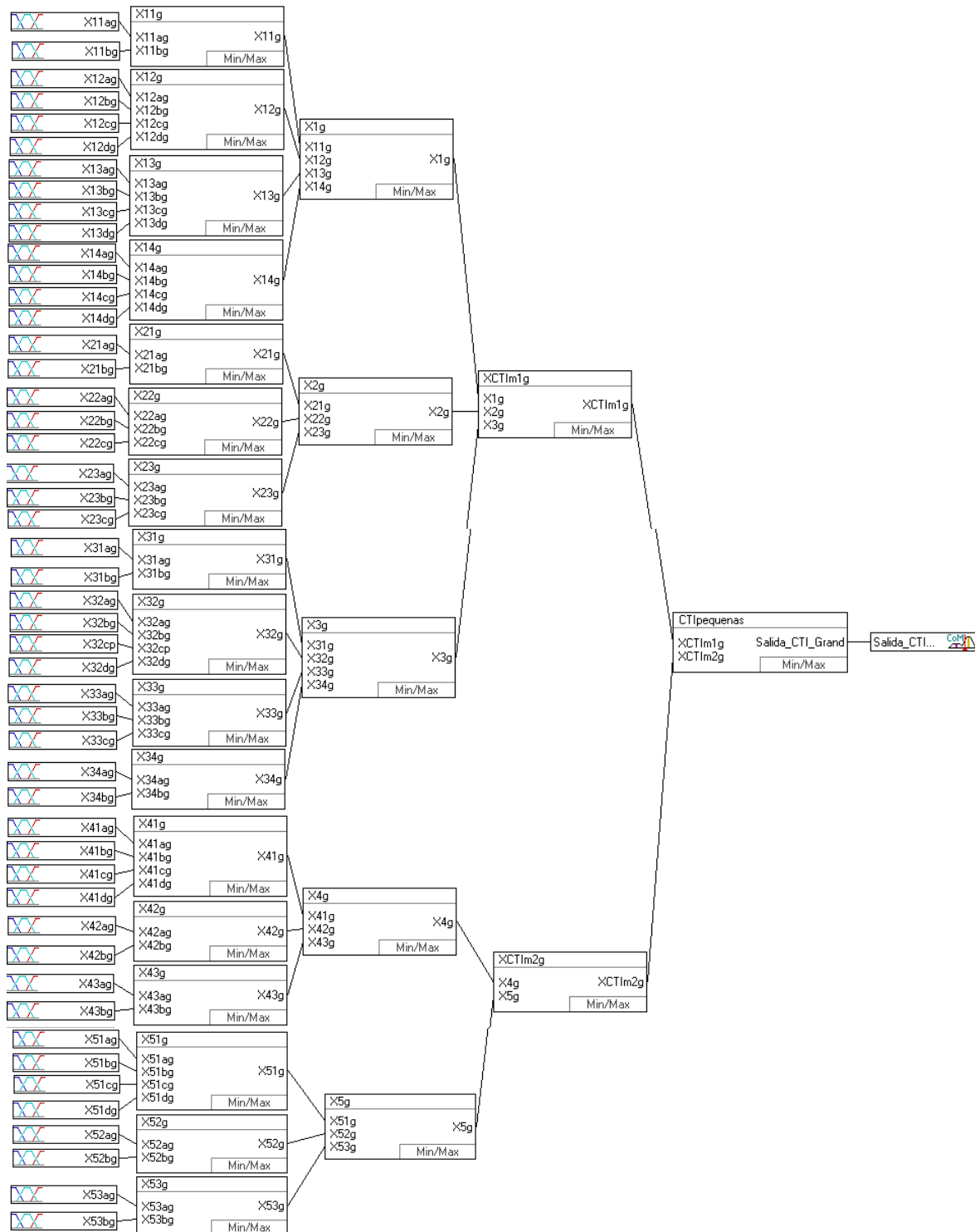


Diagrama Relacional en FuzzyTech para Grandes Empresas



ANEXO 2. Tabla de Criterios con ponderación para Microempresas

Objetivo	Caracterización de CIT (basado en Wang et al, 2008)	Ponderación	Factor	Ponderación	Variable	Ponderación
Medir y Evaluar la Capacidad tecnológica de Innovación en Fabricas de Software	Capacidad de I+D y aprendizaje tecnológico	80	Intensidad de I+D	60	Personal con PhD y Maestría (% del total)	20
					Inversión en I+D (\$/ventas)	80
			Procesos de I+D	70	Métodos y herramientas de I+D	70
					Nivel de conocimiento de Métodos de Investigación	100
					Intensidad de colaboración con otras instituciones de I+D	70
					Intensidad de colaboración entre distintas dependencias de la organización	100
			Productos de I+D y Aprendizaje Tecnológico	60	Proyectos de I+D que se han convertido en innovaciones (% respecto al total)	100
					Patentes	10
					Registros	40
			Aprendizaje de nuevas tecnologías	100	% de Utilización de la tecnología adquirida	100
					Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	100
					Dominio del inglés (% personal que domina el idioma)	90
	Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica	80				
	Capacidad de dirección estratégica de la innovación	100	Estrategia de innovación (Pensamiento)	100	Aprendizaje y desaprendizaje por transferencia de Tecnología	100
					Presencia de la innovación en la estrategia (implícita o explícita, fuerte o débil)	60
			Análisis prospectivo y estratégico de la tecnología (Técnicas)	90	Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación (incrementales o radicales, nacionales o internacionales)	90
					Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología	100
			Cultura y valores de la dirección (Estilo)	100	Vigilancia tecnológica	70
					Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	70
	Capacidad de mercadeo	80	Posicionamiento en el mercado	60	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	100
					Clima Laboral	50
			Mercadeo de nuevos productos y Versiones	80	Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación	60
					Participación en el mercado nacional	10
					Exportaciones (% del total producido)	50
					Relacionamiento con clientes para el desarrollo de productos	100
			Estrategia de mercadeo	100	Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación	100
					Porcentaje de Crecimiento en productos líderes	90
					Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos	50
					Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado	75
	Recursos de mercadeo y ventas	80	Benchmarking con los productos de la competencia	70		
			Participación de nuevos productos en las ventas (% de ventas de nuevos productos introducidos en los últimos tres años)	90		
	Capacidad de fabricación	90	Metodologías y Tecnologías avanzadas de Fabricación	100	Presupuesto de comercialización (% de ventas)	90
					Personal de mercadeo y comercialización (% del total)	50
Nivel de actualización de la tecnología					80	
Certificaciones			70	Infraestructura Física	70	
				Nivel de Productividad	90	
Talento humano			80	Protección de información	95	
	Certificaciones y reconocimientos	90				
Capacidad de gestión de recursos financieros	80	Acceso a recursos financieros	80	Grado de Importancia de la Certificación	60	
				Personal profesional y personal técnico certificado (% del total)	80	
				Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación	85	
		Nivel de crecimiento	100	Acceso a crédito bancario	70	
				Acceso a recursos de capital	70	
		Personal	70	Participación del capital extranjero en el capital social	70	
				Acceso a financiación de fomento gubernamental	90	
				Crecimiento de ventas	100	
				Crecimiento de utilidades	60	
				Brecha entre el personal requerido y contratado	70	
				Nivel de rotación de empleados	80	

Tabla de Criterios con ponderación para Pequeñas Empresas

Objetivo	Caracterización de CIT (basado en Wang et al, 2008)	Ponderación	Factor	Ponderación	Variable	Ponderación
Medir y Evaluar la Capacidad tecnológica de Innovación en Fabricas de Software	Capacidad de I+D y aprendizaje tecnológico	80	Intensidad de I+D	60	Personal con PhD y Maestría (% del total)	35
			Procesos de I+D	70	Inversión en I+D (\$/ventas)	90
					Métodos y herramientas de I+D	70
					Nivel de conocimiento de Métodos de Investigación	100
					Intensidad de colaboración con otras instituciones de I+D	75
					Intensidad de colaboración entre distintas dependencias de la organización	100
			Productos de I+D y Aprendizaje Tecnológico	65	Proyectos de I+D que se han convertido en innovaciones (% respecto al total)	100
					Patentes	40
					Registros	60
			Aprendizaje de nuevas tecnologías	90	% de Utilización de la tecnología adquirida	100
					Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	100
					Dominio del inglés (% personal que domina el idioma)	90
	Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica	70				
	Capacidad de dirección estratégica de la innovación	100	Estrategia de innovación (Pensamiento)	100	Aprendizaje y desaprendizaje por transferencia de Tecnología	80
					Presencia de la innovación en la estrategia (implícita o explícita, fuerte o débil)	60
			Análisis prospectivo y estratégico de la tecnología (Técnicas)	90	Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación (incrementales o radicales, nacionales o internacionales)	90
					Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología	100
					Vigilancia tecnológica	70
					Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	70
	Cultura y valores de la dirección (Estilo)	80	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	100		
			Clima Laboral	70		
	Capacidad de mercadeo	90	Posicionamiento en el mercado	65	Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación	60
					Participación en el mercado nacional	20
			Mercadeo de nuevos productos y Versiones	80	Exportaciones (% del total producido)	50
					Relacionamiento con clientes para el desarrollo de productos	100
					Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación	100
					Porcentaje de Crecimiento en productos líderes	90
			Estrategia de mercadeo	100	Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos	50
					Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado	75
					Benchmarking con los productos de la competencia	70
			Recursos de mercadeo y ventas	80	Participación de nuevos productos en las ventas (% de ventas de nuevos productos introducidos en los últimos tres años)	90
	Presupuesto de comercialización (% de ventas)	70				
	Capacidad de fabricación	90	Metodologías y Tecnologías avanzadas de Fabricación	100	Personal de mercadeo y comercialización (% del total)	60
Infraestructura Física					70	
Nivel de Productividad					90	
Protección de información					95	
Certificaciones			70	Certificaciones y reconocimientos	90	
				Grado de Importancia de la Certificación	60	
Talento humano	80	Personal profesional y personal técnico certificado (% del total)	90			
		Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación	85			
Capacidad de gestión de recursos financieros	80	Acceso a recursos financieros	80	Acceso a crédito bancario	70	
				Acceso a recursos de capital	70	
				Participación del capital extranjero en el capital social	70	
				Acceso a financiación de fomento gubernamental	90	
		Nivel de crecimiento	100	Crecimiento de ventas	100	
				Crecimiento de utilidades	60	
Personal	75	Brecha entre el personal requerido y contratado	75			
		Nivel de rotación de empleados	80			

Tabla de Criterios con ponderación para Medianas Empresas

Objetivo	Caracterización de CIT (basado en Wang et al, 2008)	Ponderación	Factor	Ponderación	Variable	Ponderación
Medir y Evaluar la Capacidad tecnológica de Innovación en Fabricas de Software	Capacidad de I+D y aprendizaje tecnológico	90	Intensidad de I+D	75	Personal con PhD y Maestría (% del total)	60
					Inversión en I+D (\$/ventas)	100
			Procesos de I+D	90	Métodos y herramientas de I+D	70
					Nivel de conocimiento de Métodos de Investigación	100
					Intensidad de colaboración con otras instituciones de I+D	90
					Intensidad de colaboración entre distintas dependencias de la organización	100
			Productos de I+D y Aprendizaje Tecnológico	80	Proyectos de I+D que se han convertido en innovaciones (% respecto al total)	100
					Patentes	70
					Registros	60
					% de Utilización de la tecnología adquirida	100
			Aprendizaje de nuevas tecnologías	90	Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	100
					Dominio del inglés (% personal que domina el idioma)	90
	Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica	80				
			Aprendizaje y desaprendizaje por transferencia de Tecnología	80		
	Capacidad de dirección estratégica de la innovación	100	Estrategia de innovación (Pensamiento)	100	Presencia de la innovación en la estrategia (implícita o explícita, fuerte o débil)	75
					Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación (incrementales o radicales, nacionales o internacionales)	90
			Análisis prospectivo y estratégico de la tecnología (Técnicas)	90	Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología	100
					Vigilancia tecnológica	70
					Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	70
			Cultura y valores de la dirección (Estilo)	80	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	100
	Clima Laboral	70				
			Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación	60		
	Capacidad de mercadeo	90	Posicionamiento en el mercado	90	Participación en el mercado nacional	75
					Exportaciones (% del total producido)	80
			Mercadeo de nuevos productos y Versiones	100	Relacionamiento con clientes para el desarrollo de productos	100
					Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación	100
					Porcentaje de Crecimiento en productos líderes	90
					Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos	70
			Estrategia de mercadeo	100	Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado	80
					Benchmarking con los productos de la competencia	70
					Participación de nuevos productos en las ventas (% de ventas de nuevos productos introducidos en los últimos tres años)	90
			Recursos de mercadeo y ventas	90	Presupuesto de comercialización (% de ventas)	70
	Personal de mercadeo y comercialización (% del total)	85				
Capacidad de fabricación	100	Metodologías y Tecnologías avanzadas de Fabricación	100	Nivel de actualización de la tecnología	80	
				Infraestructura Física	75	
				Nivel de Productividad	90	
				Protección de información	100	
		Certificaciones	100	Certificaciones y reconocimientos	100	
				Grado de Importancia de la Certificación	80	
Talento humano	85	Personal profesional y personal técnico certificado (% del total)	100			
		Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación	85			
Capacidad de gestión de recursos financieros	80	Acceso a recursos financieros	90	Acceso a crédito bancario	90	
				Acceso a recursos de capital	80	
				Participación del capital extranjero en el capital social	70	
				Acceso a financiación de fomento gubernamental	90	
		Nivel de crecimiento	100	Crecimiento de ventas	100	
				Crecimiento de utilidades	90	
Personal	90	Brecha entre el personal requerido y contratado	90			
		Nivel de rotación de empleados	90			

Tabla de Criterios con ponderación para Grandes Empresas

Objetivo	Caracterización de CIT (basado en Wang et al, 2008)	Ponderación	Factor	Ponderación	Variable	Ponderación	
Medir y Evaluar la Capacidad tecnológica de Innovación en Fabricas de Software	Capacidad de I+D y aprendizaje tecnológico	100	Intensidad de I+D	100	Personal con PhD y Maestria (% del total)	80	
					Inversión en I+D (\$/ventas)	100	
			Procesos de I+D	100	Métodos y herramientas de I+D	100	
					Nivel de conocimiento de Métodos de Investigación	100	
					Intensidad de colaboración con otras instituciones de I+D	90	
					Intensidad de colaboración entre distintas dependencias de la organización	100	
			Productos de I+D y Aprendizaje Tecnológico	90	Proyectos de I+D que se han convertido en innovaciones (% respecto al total)	100	
					Patentes	80	
					Registros	100	
					% de Utilización de la tecnología adquirida	100	
			Aprendizaje de nuevas tecnologías	100	Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	100	
					Dominio del inglés (% personal que domina el idioma)	90	
	Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica	80					
						Aprendizaje y desaprendizaje por transferencia de Tecnología	80
	Capacidad de dirección estratégica de la innovación	100	Estrategia de innovación (Pensamiento)	100	Presencia de la innovación en la estrategia (implícita o explícita, fuerte o débil)	100	
					Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación (incrementales o radicales, nacionales o internacionales)	90	
			Análisis prospectivo y estratégico de la tecnología (Técnicas)	90	Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología	100	
					Vigilancia tecnológica	100	
					Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	100	
			Cultura y valores de la dirección (Estilo)	90	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	100	
	Clima Laboral	90					
						Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación	90
	Capacidad de mercadeo	90	Posicionamiento en el mercado	90	Participación en el mercado nacional	75	
					Exportaciones (% del total producido)	80	
			Mercadeo de nuevos productos y Versiones	100	Relacionamiento con clientes para el desarrollo de productos	100	
					Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación	100	
					Porcentaje de Crecimiento en productos líderes	90	
					Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos	100	
			Estrategia de mercadeo	100	Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado	80	
					Benchmarking con los productos de la competencia	85	
	Recursos de mercadeo y ventas	90	Participación de nuevos productos en las ventas (% de ventas de nuevos productos introducidos en los últimos tres años)	90			
			Presupuesto de comercialización (% de ventas)	100			
	Capacidad de fabricación	100	Metodologías y Tecnologías avanzadas de Fabricación	100	Nivel de actualización de la tecnología	80	
					Infraestructura Física	100	
					Nivel de Productividad	90	
					Protección de información	100	
			Certificaciones	100	Certificaciones y reconocimientos	100	
					Grado de Importancia de la Certificación	80	
			Talento humano	85	Personal profesional y personal técnico certificado (% del total)	100	
					Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación	85	
Capacidad de gestión de recursos financieros	100	Acceso a recursos financieros	90	Acceso a crédito bancario	90		
				Acceso a recursos de capital	80		
				Participación del capital extranjero en el capital social	90		
				Acceso a financiación de fomento gubernamental	100		
		Nivel de crecimiento	100	Crecimiento de ventas	100		
				Crecimiento de utilidades	90		
Personal	90	Brecha entre el personal requerido y contratado	100				
		Nivel de rotación de empleados	100				

ANEXO 3. Encuesta para empresarios en formato HTML.

00000001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

Recomendar Sitio Web Miércoles, 3 de junio de 2009

DIAGNOSTICO DE CAPACIDADES TECNOLOGICAS DE INNOVACIÓN

INICIO | PRESENTACIÓN | PROYECTO | CONTÁCTENOS

Inicia Sesión!

Usuario:

Contraseña:

Recordarme la próxima vez

Iniciar

Si ya está registrado no debe nuevamente llenar el formulario de registro, solo ingrese su nombre de usuario y contraseña en la anterior solicitud. Estos también fueron enviados a su correo electrónico.

Regístre su Empresa!

1 Ingrese la información de su empresa, teniendo en cuenta cada uno de los datos. Tiene un límite de tiempo de 45 minutos para cumplir con todo el proceso de registro.

Razón Social:

NIT:

Dirección:

Teléfono:

Página Web:

Correo Electrónico:

Continuar

Patrocinado por

 COLCIENCIAS COLOMBIA

Colaboradores

 intersoftware Clúster del Software

Hola,
Joao Aguirre!

CAPACIDAD DE I+D Y APRENDIZAJE TECNOLÓGICO

1.1. Intensidad de I+D

Cuántos empleados que esta titulado en Doctorado o Maestría y dedicado a actividades de I+D durante los últimos tres años?

Cuál es la inversión económica en I+D anualmente? \$

Cuál es el rublo de ventas anuales? \$

1.2. Procesos de I+D

Conoce herramientas de trabajo distribuido CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) o Groupware, e influyen directamente en la dinámica de producción?

- Si. Transfiere su conocimiento sobre el tema, enseña
- Trabaja el tema sin ayuda, alta profundidad
- Trabaja en el tema pero con poca profundidad
- Conoce el tema pero no lo utiliza
- No conoce el tema

Utiliza métodos de investigación avanzada:

- Si
- NO Cuales?
- Otras?

Conoce métodos de investigación de carácter colaborativo que facilite la transferencia de conocimiento entre investigadores y profesionales?

- Si. Transfiere su conocimiento sobre el tema, enseña
- Trabaja el tema sin ayuda, alta profundidad
- Trabaja en el tema pero con poca profundidad
- Conoce el tema pero no lo utiliza
- No conoce el tema

La Firma tiene relación con otras instituciones, Centros de Investigación, Alianzas o convenios con redes de conocimiento?

- Propone, incentiva, desarrolla y ejecuta propuestas de investigación a nivel gremial promoviendo la interacción con empresas y centros de I+D.
- Trabaja activamente en proyectos e iniciativas del clúster.
- Trabaja en temas de investigación del sector pero con poca profundidad y grado de pertenencia.
- Pertenece a alianzas del sector, pero no participa en desarrollo de propuestas de generación de conocimiento.
- No realiza ninguna relación.

Relación entre distintas dependencias de la organización

- La firma conforma grupos inter-departamentales con alto éxito y rendimiento.
- Los grupos de trabajo inter-departamentales tienen alta relación pero el rendimiento no es el deseado.
- Los grupos de trabajo tienen una interacción básica
- La firma conforma grupos inter-departamentales, pero su trabajo es aislado.
- La firma NO conforma grupos inter-departamentales.

1.3 Productos de I+D y Aprendizaje Tecnológico

Cuál es el porcentaje de proyectos que se han convertido en innovaciones? (Porcentaje de productos finalizados vs productos investigado)

Cuál es el número de solicitudes de patentes aprobadas (últimos 3 años)?

Cuál es el número de solicitudes de registros aprobados de productos desarrollados (últimos 3 años)?

Cuál es el porcentaje de utilización práctico y eficaz de las licencias y tecnologías adquiridas?

1.4. Aprendizaje de Nuevas Tecnologías

Cuál es la inversión económica en Capacitaciones para empleados anualmente?

\$

Cuántos empleados dominan el idioma Inglés (Leer, escribir, hablar)?

Aproximadamente cual es la cantidad de dinero destinado a compra de licencias e infraestructura tecnológica de punta (promedio últimos 3 años)?

\$

Aproximadamente cuánto dinero es destinado a transferencia de tecnología (promedio últimos 3 años)?

\$

[Siguiente](#)

Hola,
Joao Aguirre!

2. CAPACIDAD DE DIRECCION ESTRATEGICA

2.1. Estrategia de Innovación (Pensamiento)

La presencia de la Innovación en la estrategia en la firma es?

- Explícita Fuerte
- Explícita Débil
- Implícita Fuerte
- Implícita Débil
- Ninguna

La firma analiza la pertinencia de objetivos creativos, claros y alcanzables en la firma?

- Se desarrollan mejoras radicales en los productos al partir objetivos estratégicos, con impacto Internacional
- Se desarrollan mejoras incrementales, partiendo de los objetivos estratégicos, con impacto Internacional
- Se da seguimiento y valoración a los objetivos, con alcance Nacional
- Se proponen objetivos claros que le logran parcialmente con impacto nacional
- Solamente se proponen objetivos pero no se llevan a cabo

2.2. Análisis Prospectivo y Estratégico de la Tecnología (Técnicas)

La firma aplica técnicas de análisis prospectivo de la tecnología?

- Realiza análisis prospectivos desde la planeación logrando el éxito esperado
- Realiza análisis prospectivo sin cumplir el éxito propuesto
- NO realiza este tipo de análisis

¿La Firma realiza estudios de Vigilancia Tecnológica?

- Utiliza en alto grado la V.T
- Utiliza V.T con bajo impacto en la organización
- NO utiliza en alto grado la V.T

¿La firma realiza evaluación de cada proyecto?

- Si
- No

¿Utiliza los instrumentos de evaluación para calidad de software?

- Si
- No

¿Ha investigado documentación de Evaluación y Selección de Tecnologías y Proyectos Estratégicos?

- Si
- No

¿Utiliza metodologías establecidas para realizar evaluación de los productos?

- Si
- No

¿La firma utiliza instrumentos de medición y evaluación en sus procesos internos?

- Si
- No

2.3. Cultura y Valores de la Dirección (Estilo)

Nivel de Aceptación del Riesgo y Tolerancia al Fracaso

- La dirección de firma asume el riesgo y tolera el fracaso
- Cuenta solamente con una de estas dos características
- La dirección de firma NO asume el riesgo y NI tolera el fracaso

Clima Laboral

- Desarrolla estrategias para mejorar el clima partiendo de resultados de aplicación de técnicas e instrumentos de medición
- Trabaja técnicas e instrumentos para medir el clima laboral
- Trabaja con técnicas para medir el clima laboral
- Conoce técnicas para medir no lo utiliza
- La firma no tiene en cuenta este aspecto

Esquemas de Incentivo y Reconocimiento a la Innovación

- La firma tiene establecidos y formalizados programas de incentivos y reconocimientos, sus resultados son exitosos.
- La firma tiene establecidos y formalizados programas de incentivos y reconocimientos, los resultados no son los deseados.
- La firma tiene establecidos y formalizados programas de incentivos y reconocimientos, sin resultados exitosos
- La firma no cuenta con incentivos y reconocimientos de la creatividad
- La firma no tiene en cuenta este aspecto

[Siguiente](#)

Hola,
Joao Aguirre!

3. CAPACIDADES DE MERCADEO

3.1 Posicionamiento en el Mercado

Del porcentaje total vendido a nivel nacional, que porcentaje considera es vendido por su empresa en los últimos 3 años?

(Si la totalidad de las ventas corresponden a transacciones internacionales marque con una X)

Cuál es el porcentaje del total de ventas propias correspondiente al mercado internacional en los últimos 3 años?

3.2 Mercadeo de Nuevos Productos y Versiones

Relación con clientes para el desarrollo de productos

- Se reciben solicitudes y requerimientos de clientes, se desarrolla una solución integral y más avanzada de lo que desea el cliente.
- Se reciben solicitudes y requerimientos de clientes y le ofrecen una solución puntual
- Se reciben solicitudes y requerimientos de clientes y se da una solución parcial.
- Se reciben las solicitudes de clientes, pero no se aplica ninguna estrategia de servicio.
- No se tienen en cuenta las necesidades ni requerimientos de los clientes.

Relación de clientes en las decisiones y procesos de innovación.

- Se reciben solicitudes y requerimientos de clientes, se desarrolla una solución integral y más avanzada de lo que desea el cliente.
- Se reciben solicitudes y requerimientos de clientes y le ofrecen una solución puntual
- Se reciben solicitudes y requerimientos de clientes y se da una solución parcial.
- Se reciben las solicitudes de clientes, pero no se aplica ninguna estrategia de servicio.
- No se tienen en cuenta las necesidades ni requerimientos de los clientes.

Relación del personal de mercadeo en las Decisiones y procesos de innovación.

- Las propuestas del departamento de mercadeo han influido directamente y de forma exitosa en las decisiones de la organización, logrando alto impacto
- Las propuestas de personal de mercadeo han influido en las decisiones de la organización logrando impacto moderado
- El departamento de mercadeo es independiente de la organización pero tiene buen desempeño.
- Las propuestas del departamento de mercadeo son escuchadas pero no aplicadas.
- No es tenido en cuenta el departamento de mercadeo.

Aproximadamente cual es el porcentaje de crecimiento de los productos líderes respecto al año anterior?

Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos

- Se desarrollan estrategias para incursionar en nuevos mercados, con un estudio detallado, identificando ventajas y los riesgos.
- Se desarrollan estrategias para incursionar en nuevos mercados, con estudios superficiales.
- Se analizan posibles nichos pero no se desarrolla una estrategia de incursión.
- Se consideran posibles nichos, pero no se realiza ninguna acción.
- La firma NO está interesada nuevos nichos de mercado.

3.3 Estrategias de Mercadeo

Conocimiento de las Tendencias y Necesidades del Mercado

- La firma tiene establecidos programas puntuales para determinar las tendencias y necesidades del mercado
- La firma no tiene programa establecido para saber la tendencia del mercado, pero conoce el sector.
- A la firma no le interesa el tema

Benchmarking con los productos de la competencia

- Transfiere su conocimiento sobre el tema, enseña
- Trabaja el tema sin ayuda: alta profundidad
- Trabaja en el tema pero con poca profundidad
- Conoce el tema pero no lo utiliza
- No conoce el tema

Cuál es el Porcentaje del total de ventas de nuevos productos introducidos, respecto a las ventas de la firma, en los últimos tres años?

3.4 Recursos de Mercadeo y Ventas

Cuánto dinero es invertido en actividades para comercialización y mercadeo?

Cuántos empleados están dedicados a mercadeo y comercialización?

[Siguiente](#)

**Hola,
Joao Aguirre!**

4. CAPACIDADES DE FABRICACION

4.1 Metodologías y Tecnologías avanzadas de Fabricación

Nivel de Actualización de la tecnología

- La firma está constantemente renovando y actualizando licencias y tecnología que aporta significativamente para la fabricación
- Renueva licencias y tecnológica solamente en situaciones necesarias
- No realiza acciones en el tema.

Infraestructura Física

- La firma cuenta con infraestructura adecuada para crecimiento y nuevos proyectos
- La firma tiene infraestructura suficiente para el trabajo actual y no para incrementar proyectos
- La infraestructura es limitada para los proyectos actuales.

Utiliza procesos de protección de información?

- Si
- No

4.2 Certificaciones

Cuál es el número de premios, certificaciones o reconocimientos que demuestran el desarrollo tecnológico (últimos 3 años)

- Nacionales
- Internacionales

Grado de Importancia de la Certificación

- Las certificaciones obtenidas son muy importantes
- Las certificaciones obtenidas son buenas
- Las certificaciones obtenidas obligatorias
- Las certificaciones obtenidas son menos de lo obligatorio
- No posee certificaciones

4.3 Talento Humano

Cuántos profesionales o personal técnico posee certificaciones importantes?

Participación del personal de fabricación en las Decisiones y procesos de innovación

- Las propuestas del departamento de fabricación han influido directamente y de forma exitosa en las decisiones de la organización, logrando alto impacto
- Las propuestas de personal de fabricación han influido en las decisiones de la organización logrando impacto moderado
- El departamento de fabricación es independiente de la organización pero tiene buen desempeño.
- Las propuestas del departamento de fabricación son escuchadas pero no aplicadas.
- No es tenido en cuenta el departamento de fabricación.

[Siguiente](#)


[INICIO](#)
[PRESENTACIÓN](#)
[PROYECTO](#)
[CONTÁCTENOS](#)

Hola,
Joao Aguirre!

5 CAPACIDAD DE GESTIÓN DE RECURSOS

5.1 Acceso a Recursos Financieros

Acceso a crédito Bancario
 El nivel es alto y esta utilizado completamente
 El nivel es medio su uso es parcial
 El nivel es bajo y no usado.

Acceso a recursos de capital
 El nivel es alto y esta utilizado completamente
 El nivel es medio su uso es parcial
 El nivel es bajo y no usado.

Cuál es el porcentaje del capital total que ha sido concebido, entidades o firmas extranjeras?

Cuál es la cantidad de dinero financiado de fomento gubernamental?

5.2 Nivel de Crecimiento

Cuál es el porcentaje de ventas actuales, respecto a las ventas del año inmediatamente anterior (promedio en los últimos 3 años)?

Cuál es el porcentaje de utilidades actuales, respecto a las utilidades del año inmediatamente anterior (promedio en los últimos 3 años)?

5.3 Personal

Brecha entre el personal requerido y contratado
 La firma cuenta con todos los empleados que desearía tener.
 La firma parcialmente con los empleados que desearía tener.
 La firma cuenta pocos de los empleados que desearía tener.
 La firma cuenta con muy pocos empleados que desearía tener.
 La firma NO cuenta con ninguno de los empleados que desearía tener.

Nivel de rotación de empleados
 El nivel es Bajo
 El nivel Normal
 El nivel Alto.

[Siguiente](#)

ANEXO 4. RESPUESTA DE EXPERTOS

Experto No. 1.

Consultor organizacional, especialista en ingeniería y arquitectura de software, labora en una empresa de software, desempeña sus funciones en el Departamento de Desarrollo e investigación de una organización de tamaño grande en la ciudad de Medellín, tiene experiencia en mas de 8 años en gestión de proyectos, BBDD, SQL . NET y Java.

Respuestas del Experto No. 1.

1) ¿Considera que el Modelo para Medir y Evaluar Capacidades de Innovación con lógica difusa, ha sido desarrollado para atender su propósito inicial?

El modelo propuesto para medir la innovación satisface una necesidad fundamental para los empresarios para poder hacer un sondeo al interior de la empresa para poder tomar decisiones estratégicas y orientar las capacidades actuales de la organización.

2) ¿En su opinión cuáles son las principales fortalezas del modelo?

La visión general que considera, el manejo integralidad de los elementos y capacidades que en las organizaciones analizando aspectos globales de la compañía.

Los resultados del proceso de evaluación permiten focalizar los esfuerzos en estrategias fundamentales y muy puntuales. Es una herramienta muy sencilla fácil de aplicar y con resultados contundentes en el camino hacia la innovación. Es interesante el análisis matemático empleado en la metodología.

3) ¿Cuáles son los puntos a mejorar?

Considero que es una primera versión, que es necesario aplicarla en muchas organizaciones para ir ajustando y mejorando el esquema, y de esta manera ampliar información del sector.

4) ¿Usted cree que este modelo puede ser usado indistintamente en una empresa de software, una empresa manufacturera o una empresa de servicios?. ¿Por qué?

El modelo no discrimina productos y servicios, es interesante el análisis y la presentación de la información y su relación con las capacidades para cualquier tipo de organización.

5) Finalmente responda a las siguientes preguntas relacionadas con la construcción y presentación del Modelo.

Aspecto	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Malo
Métrica utilizada	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terminología	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación gráfica	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación de situaciones reales	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Experto No. 2.

Ingeniero Industrial, especialista en gerencia, docente catedrático de ingeniería, cuenta con formación y experiencia en producción y mercadeo, gerente de una empresa de software, ha participado y coordinado diferentes proyectos para empresas de tecnología.

Respuestas del Experto No. 2.

1) ¿Considera que el Modelo para Medir y Evaluar Capacidades de Innovación con lógica difusa, ha sido desarrollado para atender su propósito inicial?

Si. Cumple con los objetivos

2) ¿En su opinión cuáles son las principales fortalezas del modelo?

La métrica de calificación, buena herramienta en línea para hacer diagnósticos de organización, Su posibilidad de aplicación a cualquier empresa sin importar el tamaño de empresa, aplicable a cualquier sector. Me gusta el análisis por capacidades que se ha utilizado.

3) ¿Cuáles son los puntos a mejorar?

Mejorar la interfaz web. Que pueda ser usado por cualquier empresario.

4) ¿Usted cree que este modelo puede ser usado indistintamente en una empresa de software, una empresa manufacturera o una empresa de servicios?. ¿Por qué?

Si, porque las preguntas pueden ser aplicables indiferente del sector.

5) Finalmente responda a las siguientes preguntas relacionadas con la construcción y presentación del Modelo.

Aspecto	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Malo
Métrica utilizada	(x)	()	()	()
Terminología	(x)	()	()	()
Representación gráfica	(x)	()	()	()
Representación de situaciones reales	(x)	()	()	()

Experto No. 3.

Ingeniero electricista, certificación PMP, responsable de la asesoría y acompañamiento en procesos de consultoría e implementación de investigación, ha participado en diferentes ejercicios de relación universidad empresa estado.

Respuestas del Experto No. 3.

1) ¿Considera que el Modelo para Medir y Evaluar Capacidades de Innovación con lógica difusa, ha sido desarrollado para atender su propósito inicial?

Si. Es una propuesta muy buena, solamente sugiero que se pueda difundir y emplear para que no sea solamente una investigación académica.

2) ¿En su opinión cuáles son las principales fortalezas del modelo?

La consideración de la organización informal como dimensión fundamental para la gestión integral de la empresa. Además el análisis cualitativo apoyado por la métrica de madurez de capacidades.

3) ¿Cuáles son los puntos a mejorar?

Análisis al interior de la empresa, es decir, de las variables para medir productividad, clima laboral, asignación salarial.

4) ¿Usted cree que este modelo puede ser usado indistintamente en una empresa de software, una empresa manufacturera o una empresa de servicios?. ¿Por qué?

Si, porque los criterios definidas para el modelo aplican a cualquiera de estas empresas.

5) Finalmente responda a las siguientes preguntas relacionadas con la construcción y presentación del Modelo.

Aspecto	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Malo
Métrica utilizada	(X)	()	()	()
Terminología	()	(X)	()	()
Representación gráfica	()	(X)	()	()
Representación de situaciones reales	(X)	()	()	()