

**MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA PARA LA  
COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.  
BASADO EN EL PARADIGMA DE LA INTELIGENCIA DISTRIBUIDA**

**JUAN FELIPE BETANCOURT RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN (MBA)  
MEDELLÍN  
2016**

**MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA PARA LA  
COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.  
BASADO EN EL PARADIGMA DE LA INTELIGENCIA DISTRIBUIDA**

**Trabajo de grado para optar al título de magíster en  
Administración (MBA)**

**JUAN FELIPE BETANCOURT RODRÍGUEZ<sup>1</sup>**

**Asesor temático: German Darío Zapata Madrigal, Ph. D.**

**Asesora metodológica: Mónica Henao Cálad, M. Sc., Ph. D.**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN (MBA)  
MEDELLÍN**

**2016**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por darme las capacidades para afrontar retos como el de este trabajo. A mi familia, mi esposa Luisa y mis padres, quienes han estado siempre a mi lado y han tenido que tolerar mi ausencia durante muchos fines de semana y por último agradezco a mis socios y amigos, German y Eliana, pues sin su apoyo y su conocimiento no hubiera sido posible el desarrollo del trabajo.

---

<sup>1</sup> [juan.betancourt@simac.com.co](mailto:juan.betancourt@simac.com.co)

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
<i>ABSTRACT</i>	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL PARA LOS MODELOS DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA Y SU RELACIÓN CON LA INTELIGENCIA DISTRIBUIDA	19
2.1 MODELOS DE GESTIÓN	20
2.1.1 MODELOS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	23
2.1.2 MODELOS DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE ALTO DESEMPEÑO	28
2.1.3 MODELOS DE GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO	32
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE INGENIERÍA	38
2.3 INTELIGENCIA DISTRIBUIDA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA	41
2.3.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS HOLONES	44
2.3.2 SUPERVISIÓN DE ATRIBUTOS HOLÓNICOS	52
2.4 MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERIA DE GOOGLE	55
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	79

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	86
4.1 ANÁLISIS DE LA ACTUALIDAD, LOS ANTECEDENTES Y EL COMPORTAMIENTO DEL PROCESO TÉCNICO DE LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.	86
4.2 MODELOS DE GESTIÓN QUE APORTAN A LA GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA DE LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.	100
4.3 MODELO PROPUESTO DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA PARA LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.	106
4.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL MODELO	108
4.3.2 COMPONENTES DEL MODELO PROPUESTO DE GESTION DE EQUIPOS DE INGENIERÍA PARA LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.	110
4.3.3 INDICADORES DE GESTIÓN PROPUESTOS Y FACTORES CRÍTICOS DEL MODELO	118
4.3.4 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS QUE SOPORTAN EL MODELO DE GESTIÓN PROPUESTO	123
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
REFERENCIAS	132

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Holarquías en todas partes. Ejemplos de holones y sus niveles	42
Tabla 2. Indicadores de gestión en sistemas holónicos	51
Tabla 3. Relación entre los modelos de gestión que aportan a la gestión de equipos de ingeniería y los conceptos fundamentales de la inteligencia distribuida	72
Tabla 4. Evolución histórica del personal, el proceso técnico, las ventas, los clientes y el número de proyectos	89
Tabla 5. Modelos de gestión que aportan a la gestión de equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S.	101
Tabla 6. Indicadores de gestión para el modelo propuesto	118
Tabla 7. Esquema de puntos positivos y puntos negativos	120

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1 Tendencias de crecimiento en clientes, proyectos y ventas de SIMAC S. A. S.	90
Gráfica 2. Diagnóstico realizado por ACOPI en el año 2009	92
Gráfica 3. Diagnóstico realizado por ACOPI en el año 2012	94
Gráfica 4. Resultados de los indicadores de gestión de productividad para el año 2015	98

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo de transformación del conocimiento	25
Figura 2. Modelo <i>Navigator</i> de Skandia	27
Figura 3. Modelo de gestión para equipos de alto desempeño	31
Figura 4. Modelo de gestión del recurso humano (Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos, 2014)	34
Figura 5. Modelo de gestión del talento humano basado en las cuatro fuerzas del cambio	36
Figura 6 Curva de evolución de un equipo de ingeniería	39
Figura 7. Proceso de los equipos de ingeniería	40
Figura 8. Entorno de cooperación	47
Figura 9. La organización de Google visualizada con un enfoque de sistema	62

Figura 10. La cultura en Google	67
Figura 11. Ocho buenos hábitos de los grandes líderes	68
Figura 12. Visión del modelo de gestión de Google	69
Figura 13. Modelo propuesto de gestión equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S.	107
Figura 14. Holarquías de entrenamiento	111
Figura 15. Curva de aprendizaje del nivel de entrenamiento	112
Figura 16. Estructura de equipos y grupos de ingeniería	114
Figura 17. Planificación y supervisión de recursos	124
Figura 18. Planificación y seguimiento de proyectos	125
Figura 19. Gestión de actividades y asignación de servicios	126

## RESUMEN

Los cambios en las estructuras, en los modelos de gestión, el entorno y los retos para el futuro son evidentes. Las empresas de ingeniería, tecnología y con un componente alto en conocimiento tienen la necesidad de cumplir las expectativas del mercado en un entorno cambiante y con alto grado de perturbaciones.

En este trabajo se presenta una propuesta del modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. basado en la integración de los elementos conceptuales de los modelos de gestión del recurso humano, del conocimiento, de equipos de alto desempeño y de gestión de proyectos con los elementos, atributos, conceptos y estructuras del paradigma de la inteligencia distribuida.

También se proponen las herramientas tecnológicas que soportan el modelo de gestión postulado, se establece el contexto actual e histórico de la compañía SIMAC S. A. S. y su necesidad de mejorar el modelo de gestión de equipos de ingeniería implementado en la actualidad.

Palabras clave: modelo de gestión, inteligencia distribuida, actor inteligente, equipos de ingeniería.

## ABSTRACT

*The changes of structures, management models, environment and challenges for the future are obvious. Engineering, technology and knowledge companies have the need to fulfill the expectations of the market, in a changing environment which is unsteady and has a lot of disruptions.*

*The main objective of this work, is to show a proposal of the engineering teams management model to the SIMAC SAS Company, this model is based on the integration of conceptual elements of human resources, knowledge, high performance of teams and projects management models with the elements, attributes, concepts and structures of paradigm linked with distributed intelligence.*

*In addition, this work proposes some technological tools to support the management model, and on the other hand, the current and historical context of SIMAC SAS company and the need to improve the current engineering teams' management model.*

*Key words: management model, distributed intelligence, intelligent actor, teams engineering.*

## 1. INTRODUCCIÓN

SIMAC S. A. S. es una empresa familiar colombiana ubicada en el área metropolitana de Medellín. Fue creada en el año 1995 y se dedica a realizar desarrollos de ingeniería, proyectos y servicios en el ámbito de la automatización de los sectores industrial y eléctrico, la gestión y el uso eficiente de la energía y la integración de la información (SIMAC S. A. S., 2014).

El presente trabajo muestra la situación actual de la compañía SIMAC S. A. S. en cuanto a los inconvenientes de la gestión de los equipos de ingeniería que desarrollan los proyectos y servicios en los que opera. También presenta los modelos de gestión implementados en la actualidad y las necesidades de mejorar la eficacia y la eficiencia de dichos equipos, que están conformados por ingenieros de proyectos con alto grado de conocimiento en las áreas de automatización, gestión de energía e integración de la información. Al ser una empresa técnica y de alto desarrollo de conocimiento, cuenta con equipos de trabajo de alto desempeño que requieren una gestión adecuada y controlada debido a la dinámica y a las situaciones cambiantes en los proyectos y en los servicios que ofrece. El proceso técnico constituye la columna vertebral y la razón de ser del negocio; a su vez, la gestión del mismo a lo largo del tiempo se ha realizado de acuerdo con los modelos y a las estructuras planteadas por el Project Management Institute (PMI) y por los procesos de gestión de la calidad, en específico los determinados en la norma ISO 9001. De acuerdo con el sistema integrado de gestión de SIMAC (SIMAC S. A.

S., 2015b), los indicadores de gestión de los equipos de ingeniería del proceso técnico están basados en mediciones de productividad (horas efectivas que se convierten en dinero) y de cumplimiento en la meta de ventas (meta de ventas/ventas reales).

La compañía requiere implementar un modelo de gestión de equipos de ingeniería que sea ágil y práctico y que permita que las personas que ejecutan los proyectos cumplan los objetivos de la organización; de igual manera, que responda a los aspectos relacionados con las circunstancias laborales de la actualidad, lo que se refiere a que las personas que trabajan en los equipos de ingeniería hoy en día son jóvenes (nativos digitales) y tienen otras expectativas y otros incentivos. Por otra parte, las personas permanecen poco tiempo en un empleo, requieren horarios flexibles y las relaciones de jerarquía y autoridad no son como en épocas anteriores. Cada uno de los individuos que conforman los equipos de ingeniería de la compañía tiene atributos y conocimientos que no se han aprovechado de la mejor manera posible, pues no existen los mecanismos para que esta inteligencia que cada uno posee sea distribuida en cada uno de los equipos en beneficio de la organización.

En la actualidad, los problemas más significativos se dan en la gestión de los equipos que desarrollan los proyectos, que están compuestos por personas que al unirse para desarrollar un proyecto o servicio conforman un equipo de alto desempeño y elevado grado de inteligencia. Más que la gestión de los proyectos, el problema está en la gestión de los equipos que los desarrollan, al ser equipos de alto desempeño y de alto conocimiento se presentan inconvenientes como el

manejo de la autonomía, la flexibilidad para cambiar de un proyecto a otro sin que se vea afectada la ejecución de los mismos, la toma de decisiones, los roles, las funciones y la asignación de tareas, entre otros.

En la medida en que la compañía ha ido creciendo, tanto en personal como en proyectos, la gestión de las personas que los desarrollan se ha vuelto cada vez más compleja, si se considera que las actividades las desarrollan personas con altos conocimientos y que, además, se ejecutan numerosos proyectos y servicios al mismo tiempo. En la actualidad, la gestión de los equipos de la compañía no ha generado los resultados esperados en cuanto a eficacia y eficiencia, por lo tanto, es necesario desarrollar un modelo de gestión distinto a lo convencional que permita compensar la complejidad del sistema y de esta manera incrementar la eficacia y la eficiencia en la ejecución de los proyectos y servicios, para de este modo generar mayor valor a la compañía.

Para este propósito, el trabajo pretende responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo mejorar la eficacia y la eficiencia en los equipos que desarrollan los proyectos en la compañía SIMAC S. A. S. mediante el paradigma de la inteligencia distribuida?

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

El objetivo general del trabajo es:

Proponer un modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. basado en el paradigma de la inteligencia distribuida que permita un mejoramiento en la eficacia y la eficiencia en los servicios y proyectos que desarrolla.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Analizar los elementos conceptuales de los modelos de gestión de equipos que desarrollan proyectos en empresas de ingeniería y desarrollo de software.
- Analizar los elementos conceptuales de la inteligencia distribuida desde la perspectiva de la gestión de los de equipos de alto desempeño.
- Analizar la actualidad, los antecedentes y el comportamiento de los equipos de ingeniería que desarrollan los proyectos en la compañía SIMAC S. A. S.
- Identificar el modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. que integre los elementos clave de un modelo de gestión de equipos de alto desempeño y los atributos de los paradigmas de la inteligencia distribuida.

- Proponer las herramientas tecnológicas que soporten el modelo de gestión postulado.

Los conceptos teóricos en los que se fundamenta el trabajo comprenden un análisis de los modelos de gestión de las compañías de tecnología más exitosas del mundo; para el caso presente se analizaron los modelos de gestión de equipos de la empresa Google, así como un marco de referencia conceptual en el que se estudiaron en detalle los modelos de gestión de equipos de alto desempeño y los de gestión humana y gestión del conocimiento y, a su vez, se presentan de manera general los conceptos y las propiedades de la inteligencia distribuida.

De igual manera, los conceptos teóricos de la inteligencia distribuida se aplicaron en el trabajo, pues corresponden a un paradigma que aporta elementos y atributos para la gestión de equipos de ingeniería y, en particular, para empresas de alto grado de conocimiento; por lo tanto, se puede considerar que el paradigma de la inteligencia distribuida puede dar respuesta a la gestión de equipos que tienen un contexto cambiante y un entorno con alto grado de perturbaciones. Además, se analizó cada modelo, se definió cuáles componentes y características aportan al mejoramiento de la gestión de los equipos de ingeniería de la compañía, se relacionaron con los conceptos de la inteligencia distribuida y en último lugar se propone un modelo de gestión innovador.

La metodología de investigación para el presente trabajo es una investigación cualitativo-descriptiva, pues se pretende obtener conocimiento sobre los temas antes mencionados con el fin de adquirir elementos teóricos aplicables para proponer un adecuado modelo de gestión de equipos de ingeniería. Es cualitativa pues no se pretende la generalización de un resultado y no hay una hipótesis preconcebida para la investigación planteada.

El contenido del trabajo se desarrolla en sus inicios mediante un análisis de los modelos de gestión de equipos de alto desempeño, de gestión de recurso humano y de equipos de alto de desempeño, sus características y los componentes que aportan los mismos a la problemática de la compañía SIMAC S. A. S. Más tarde se describen las características generales de los equipos de ingeniería, su estructura y su evolución en el tiempo. Además, se presenta un análisis de los elementos conceptuales de la inteligencia distribuida desde la perspectiva de la gestión de equipos de alto desempeño. De igual manera, se indican los aportes desde el punto de vista de los componentes de la inteligencia distribuida, los indicadores de gestión, la supervisión y los elementos clave para el desarrollo del modelo propuesto. Se analiza el modelo de gestión de equipos de ingeniería de Google y se establecen los aportes del mismo al desarrollo de los proyectos y servicios que realiza la compañía SIMAC S. A. S. Con posterioridad se presentan los aspectos metodológicos para el desarrollo del trabajo y por último se ofrecen el análisis y los

resultados de la investigación, junto con las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía.

## 2. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL PARA LOS MODELOS DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA Y SU RELACIÓN CON LA INTELIGENCIA DISTRIBUIDA

El contenido de este capítulo consta en su primera parte de un análisis en el que se describen las definiciones de lo que son un modelo de gestión y sus componentes, después se estudian algunas teorías de modelos de gestión, en lo fundamental los de gestión del conocimiento, de equipos de alto desempeño y del recurso humano, con el fin de determinar algunos elementos y componentes que aporten a la propuesta del modelo gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. Se analizan dichos modelos pues la compañía es una empresa en la que el factor humano, el conocimiento y la relación de las personas cuando se conforman equipos de ingeniería para la prestación de servicios y desarrollo de actividades es clave para su sostenibilidad. De igual manera, se describe qué son equipos de ingeniería y cuáles son sus características, con el fin de conocer de manera general su estructura y sus particularidades; a continuación se analiza el modelo de gestión de equipos de ingeniería de Google, pues, aparte de ser una de las empresas más exitosas del mundo, tiene una relación significativa con la empresa SIMAC S. A. S., dado que ambas son empresas de alto grado de conocimiento y de elevado grado de implementación tecnológica y están compuestas por ingenieros que conforman equipos de trabajo que aplican su conocimiento para desarrollar proyectos y servicios. Por último, se lleva a cabo un análisis conceptual del paradigma de la inteligencia distribuida en cuanto a sus atributos, componentes, características y

estructura. Se aborda la problemática desde el punto de vista de la inteligencia distribuida puesto que es una teoría que puede dar respuesta a la gestión de los equipos de ingeniería que están en un contexto cambiante y un entorno con alto grado de perturbaciones. El paradigma de la inteligencia distribuida genera aportes en cuanto a la supervisión, la medición y el control de los equipos de ingeniería; además, establece estructuras y atributos que ayudan a la formación de un modelo de gestión de equipos de ingeniería. La propuesta del modelo de gestión de los mismos para la compañía SIMAC S. A. S. integra elementos de los modelos de gestión antes mencionados y los relaciona con los componentes y atributos del paradigma de la inteligencia distribuida, con el fin de garantizar una propuesta de un modelo de gestión innovador y distinto a lo convencional.

## 2.1 MODELOS DE GESTIÓN

En la actualidad es una cuestión innegable el hecho de que las organizaciones se encuentran inmersas en entornos y mercados competitivos y globalizados, en los que toda empresa que desee tener éxito (o, al menos, subsistir) tiene la necesidad de alcanzar “buenos resultados” empresariales. Para alcanzarlos, las organizaciones necesitan gestionar sus actividades y recursos con la finalidad de orientarlos hacia la consecución de los mismos, lo que, a su vez, ha derivado en la necesidad de adoptar herramientas y metodologías que les permitan configurar sus modelos de gestión (Beltrán, Carmona y Carrasco, 2001).

De acuerdo con el “Diccionario de la lengua española” (RAE, 2014b), el término modelo proviene del italiano *modello*. Hace referencia al arquetipo que por sus características idóneas es susceptible de imitación o reproducción. El concepto de gestión proviene del latín *gestio, -ōnis* (RAE, 2014a) y alude a la acción y al efecto de gestionar o de administrar. Se trata, por tanto, de la concreción de diligencias al logro de un negocio o de un deseo cualquiera. En consecuencia, un modelo de gestión es un esquema o marco de referencia para la administración de una entidad.

Según Rincón Rojas (2009), un modelo de gestión hace referencia a la organización y planeación de la actividad de la empresa en términos del logro de los objetivos y mediante uso eficiente de los recursos. El hecho de que los recursos sean limitados es un problema crítico para la supervivencia de las organizaciones y ha implicado que su uso eficiente y racional y, en lo posible, con el menor costo, sea un desafío de primer orden para la gestión. Debido a ello se han desarrollado teorías más específicas: gestión financiera, de recursos humanos, del conocimiento, de proyectos y de equipos de alto desempeño, entre otras. Lo común es que hacen parte de la gestión en términos organizacionales y hacen especial énfasis en la optimización y la eficiencia de los recursos que les corresponde.

De igual manera, Steiber (2014) define un modelo de gestión como una descripción simplificada del modelo operativo elegido por una empresa, lo que incluye elementos de la organización tales como, por ejemplo, la visión y la misión, el liderazgo, el estilo, la cultura, la estructura, los sistemas de aprendizaje, los de

evaluación del desempeño, la promoción y los incentivos, los que existen para interactuar con el entorno externo y la marca.

De acuerdo con lo anterior, un modelo de gestión es una estructura, esquema o guía para gestionar una organización o una entidad que hace parte de ella; de igual manera, debe tener componentes tales como la medición, la supervisión, la visión, los recursos y los objetivos por alcanzar al seguir dicho modelo. Debido a que las organizaciones tienen departamentos, procesos y estructuras en cada uno de sus niveles, es lógico que se hayan desarrollado teorías y propuestas de modelos de gestión de manera particular, es decir, los destinados a gestionar el conocimiento, los equipos de alto desempeño o el recurso humano, entre otros, pues cada uno de ellos debe tener una estructura diferente y los parámetros de medición, seguimiento, control y recursos son distintos en cada situación en particular. Cada organización o cada departamento que tenga objetivos y metas en el corto, el mediano y el largo plazo requiere un modelo de gestión que, de acuerdo con su estructura, su funcionamiento y sus recursos, le permita el logro de los mencionados objetivos a través de la medición, el seguimiento y el control.

A continuación se abordan algunas teorías de modelos de gestión para el conocimiento, los equipos de alto de desempeño y el recurso humano con el fin de determinar los aportes que generan las mismas y cuáles componentes se pueden aplicar para la gestión de los equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.

### 2.1.1 MODELOS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

En lo que respecta a los modelos de gestión del conocimiento, y de acuerdo con Sánchez Díaz (2005), el conocimiento se ha identificado como un elemento clave de las organizaciones y la sociedad para lograr ventajas competitivas. Ante esta realidad ha surgido un nuevo enfoque en la gestión empresarial: la del conocimiento, que es el conjunto de procesos y sistemas que hacen que el capital intelectual de la organización crezca.

Existen diferentes modelos para la gestión del conocimiento; por ejemplo, Nonaka y Takeuchi (1999) plantean uno para la creación de conocimiento que propone dos tipos: tácito y explícito. El primero es aquel que físicamente no es palpable, sino que es interno y propiedad de cada persona en particular, y el segundo es aquel que se puede expresar o representar mediante símbolos físicamente almacenables y transmisibles.

El modelo propone un proceso de socialización (de tácito a tácito) en el que los individuos adquieren nuevos conocimientos de manera directa de otros a partir de compartir experiencias y del aprendizaje de nuevas habilidades mediante la capacitación por medio de la observación, la imitación y la práctica.

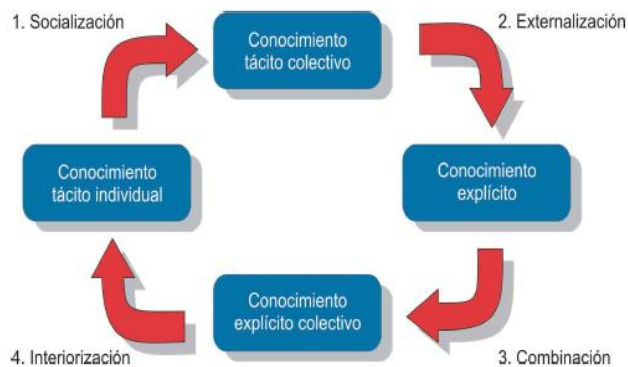
De igual manera, postula un proceso de exteriorización (de tácito a explícito) en el que el conocimiento se articula de manera tangible por medio del diálogo, mediante el uso de metáforas, analogías o modelos.

También sugiere un proceso de combinación (de explícito a explícito) en el que se combinan diferentes formas de conocimiento explícito mediante documentos o bases de datos (fuentes). Los individuos intercambian y combinan su conocimiento explícito mediante conversaciones telefónicas, reuniones, etc.

Por último, propone un proceso de interiorización (de explícito a tácito) en el que los individuos interiorizan el conocimiento de los documentos en su propia experiencia.

La figura siguiente representa el modelo de gestión del conocimiento antes expuesto.

Figura 1. Modelo de transformación del conocimiento



Fuente: Nonaka y Takeuchi (1999, 67)

En el modelo de Nonaka y Takeuchi para la de gestión del conocimiento se proponen las formas de transformar dicho conocimiento de acuerdo con el proceso que requiera cada individuo o cada organización. Es decir, existen algunas que requieren uno de socialización, de modo que a través de las experiencias, la práctica y la capacitación algunas personas adquieran el conocimiento que poseen otras; existirán otras organizaciones que requieran un proceso de combinación, en el que el conocimiento se transforma a través de conversaciones o reuniones. El modelo de Nonaka y Takeuchi genera aportes para la propuesta del modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. en lo que tiene que ver con la transformación del conocimiento por medio del proceso de socialización, pues, al ser una compañía que desarrolla actividades y servicios de alto de grado de conocimiento y desarrollo tecnológico y que, además, en muchas ocasiones los conocimientos y las experiencias adquiridas son nuevas, es necesario realizar el

proceso de socialización con todos los integrantes de los equipos de ingeniería con el fin de transmitir dicho conocimiento.

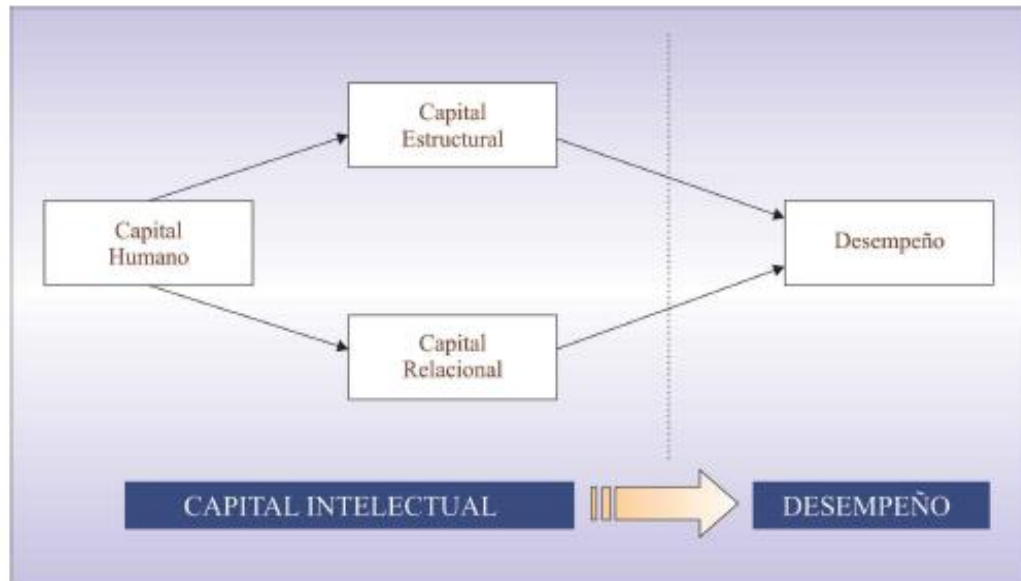
Otro modelo de gestión del conocimiento es el *Navigator* de Skandia, que establece las relaciones causa-efecto entre los distintos elementos del capital intelectual, que es el conjunto de activos intangibles más importantes de las empresas basadas en el conocimiento; de igual manera, está compuesto por el capital humano, el estructural y el relacional (Edvinsson y Malone, 1999).

El capital humano es el que comprende la competencia, el conocimiento, los valores y el potencial innovador de los individuos en la organización. Se caracteriza por tener un componente de capital estructural y otro de relacional; el primero hace relación a la infraestructura de la empresa, es decir, al medio por el que los capitales humanos se apalancan y generan el desempeño esperado por la organización; también incluye la capacidad de cambio, el liderazgo, el trabajo en equipo de la organización y las bases de datos, entre otros aspectos. El capital relacional hace relación a la capacidad de cooperación que se desarrolla entre las personas.

El modelo *Navigator* de Skandia, propone que el desempeño esperado por la personas que poseen conocimiento en una organización debe estar soportado por los medios y la infraestructura para el adecuado desarrollo de dichos conocimientos,

la capacidad de cooperación de los individuos, las competencias, los valores y el potencial innovador de cada uno de los integrantes de un equipo de trabajo.

Figura 2. Modelo *Navigator* de Skandia



Fuente: Edvinsson y Malone (1999, 32)

Los dos modelos hasta acá presentados generan algunos componentes que pueden ser aplicados para la gestión de los equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. En cuanto al modelo de Nonaka y Takeuchi, el proceso de socialización para la transformación del conocimiento es un aspecto clave para que el adquirido en las actividades desarrolladas permanezca dentro de la organización. De igual manera, los componentes del modelo *Navigator* de Skandia, proporcionan herramientas en cuanto a cómo debe estar estructurado el capital intelectual de la

compañía. Es decir, para la adecuada gestión de los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S. es necesario establecer los mecanismos, los medios y la infraestructura de modo que el conocimiento que cada individuo posee genere el desempeño esperado por la organización.

### 2.1.2 MODELOS DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE ALTO DESEMPEÑO

En lo que respecta a los modelos de equipos de alto desempeño es necesario establecer qué es. De acuerdo con Katzenbach (2000), un equipo de alto desempeño es aquel en el que sus integrantes están más comprometidos, son más poderosos y más autónomos que los equipos normales, lo que tiene que ver con las acciones, las competencias de los sujetos, las relaciones entre los mismos y el ambiente de la organización.

De acuerdo con Borrell (2004), los equipos de alto desempeño producen con mayor eficacia que los demás equipos, además de lograr una optimización de los recursos por sobre la media y de generar una rentabilidad para la organización por encima de lo esperado. Los equipos de alto desempeño son aquellos que dan respuestas a los requerimientos de productividad con menores recursos humanos o materiales que otros similares, mejoran los procedimientos existentes a fin de obtener los mismos resultados con menores esfuerzos, se caracterizan por inventar nuevos

procedimientos en un proceso de cambio permanente y adquieren, por tanto, una rutina de innovación.

Como complemento a lo anterior, Borrell (2004) propone que para conformar un equipo e impulsarlo al alto desempeño se requiere no solo la presencia de personas competentes técnicamente (con habilidades laborales), sino que también se tienen que presentar ciertas competencias diferenciadoras, de otro orden y que marcan la diferencia. Esto lo denomina 'factores humanos' y tienen directa relación con el 'cómo se hacen las cosas' y 'cómo se perciben y relacionan los miembros del equipo'.

Además, Brannick, Salas y Prince (1997) señalan que entre los comportamientos cruciales que afectan el desempeño de los equipos se encuentran "la comunicación cercana, las conductas compensatorias, el mutuo monitoreo del desempeño, el dar y recibir feedback, la adaptabilidad y coordinación". Senge (1994), en su teoría para la gestión de organizaciones inteligentes, destaca dos disciplinas para la gestión de equipos de alto desempeño: la primera hace referencia al dominio personal y en el contexto del que se está hablando significa conocimiento de las personas que forman parte de la organización; la otra se refiere al aprendizaje en equipo, es decir, los saberes individuales deben contribuir a la formación sinérgica de un saber colectivo de la organización que, a su vez, mejore y haga más eficaz a la misma; en otros términos: la inteligencia distribuida conforma un saber colectivo.

Araneda Chaparro, Cordero Mattei y Landaeta Farizo (2006) proponen un modelo de gestión para equipos de alto de desempeño que establece como base las condiciones organizacionales, que deben facilitar el seguimiento y la permanencia de los equipos en el tiempo. Además, cuenta con un líder facilitador de procesos que debe ser capaz de crear el nexo entre la organización y el equipo que desempeñará determinado proyecto y los mantiene alineados con el propósito de la organización. En cuanto a los factores humanos individuales que hacen referencia a las competencias que poseen los integrantes del equipo y que son de nivel técnico y relacional, se establece que la selección de los individuos para conformar un equipo no es al azar, sino que responde a la necesidad de contar con personas con diferentes habilidades y competencias, las que, en caso de complementarse de manera efectiva, lograrán un desempeño superior, tanto en el sentido cualitativo como en el cuantitativo, al que obtendrían personas que trabajasen en forma individual. El coordinador de la acciones establece un nexo organizador entre los diferentes integrantes del equipo y sus competencias, para de esta forma ponerlas al servicio del objetivo común; de esta manera se facilitan las interacciones y la complementariedad entre ellos. Con respecto a los recursos humanos, permiten la generación de un clima caracterizado por las emociones expansivas, lo que desemboca en alta creatividad e innovación, productividad y eficiencia, comunicación eficaz y ampliación de las posibilidades de acción, para por último lograr la satisfacción de los clientes. El resultado tiene que ver con lograr las metas establecidas, e, incluso, puede llegarse a superarlas.

A continuación se presenta el modelo de gestión expuesto hasta acá.

Figura 3. Modelo de gestión para equipos de alto desempeño



Fuente: Araneda Chaparro, Cordero Mattei y Landaeta Farizo (2006, 11)

El modelo de gestión de equipos de alto desempeño propuesto por los autores citados postula que la base fundamental para el adecuado desarrollo de los equipos de ingeniería son las condiciones organizacionales. Esto es un aspecto muy importante y genera un aporte significativo para la gestión de los equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S. pues se evidencia que una adecuada cultura de alto desempeño, una visión clara y unos valores bien estructurados son clave para la

adecuada gestión de los equipos. De igual manera, el modelo propone una adecuada gestión de los factores humanos individuales, lo que hace referencia a que los conocimientos y los factores humanos de cada individuo pueden tener diferencias pero que, al mezclarse y al juntar cada una de dichas competencias con las demás, se puede obtener un objetivo específico en la organización.

De acuerdo con lo anterior, los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S. tienen características que los relacionan con equipos de alto desempeño, están compuestos por personas con competencias técnicas muy altas y, además, requieren niveles de autonomía y de compromiso considerables debido a que los equipos de trabajo desarrollan múltiples actividades y servicios al mismo tiempo y deben procurar mejorar los procedimientos habituales para conseguir los mismos resultados. De igual manera, los altos grados de realimentación, aprendizaje, adaptabilidad y coordinación que requieren los equipos convierten a los de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S. en unos de alto desempeño.

### 2.1.3 MODELOS DE GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO

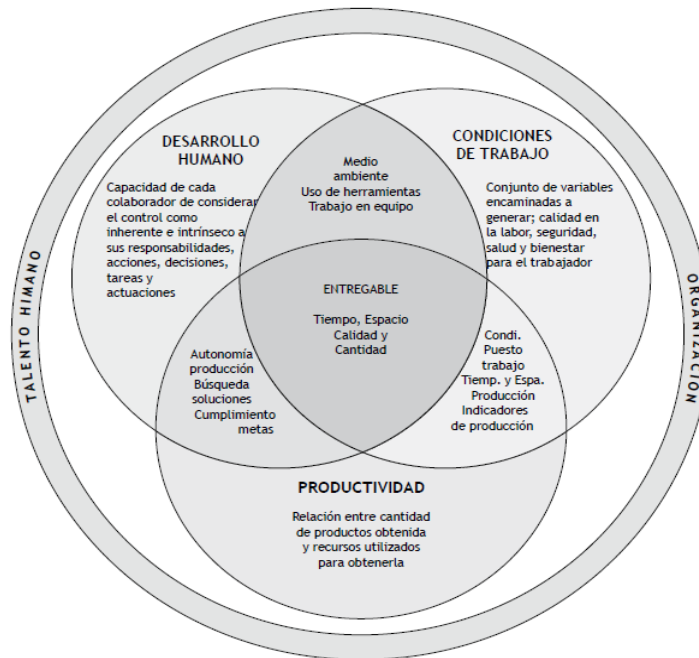
De acuerdo con Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos (2014), la visión de la gestión del talento humano se entiende como el desarrollo de estrategias de mejoramiento continuo en los procesos administrativos, puesto que las organizaciones tienen en cuenta a su personal en el desarrollo de actividades

industriales, comerciales y de servicios que satisfacen necesidades generales o específicas.

Como bien se mencionó antes, cada organización puede tener un modelo de gestión de recurso humano propio de acuerdo con su estructura y sus objetivos, pero en la literatura se encuentran algunas propuestas que en forma general muestran los atributos de un modelo de gestión del recurso humano.

El de dicho tipo propuesto por Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos (2014) relaciona las condiciones de trabajo, el desarrollo de las personas y la productividad con el propósito de generar un producto final que es el beneficio para la compañía. El desarrollo humano se entiende como el constante incremento de la calidad de vida del personal y de la población en términos de procesos de aprendizaje. En lo que respecta a las condiciones de trabajo, corresponde al conjunto de variables que afectan el rendimiento de los colaboradores en pro de la realización de una labor, al tener en cuenta aspectos físicos, psicológicos y sociales. En cuanto a la productividad, hace referencia a la relación existente de entregables, sean ellos tangibles o intangibles, frente a la cantidad y la calidad de los insumos utilizados en el proceso productivo en un tiempo determinado. El modelo de gestión del recurso humano de los autores mencionados propone una relación entre el desarrollo humano, la productividad y las condiciones laborales con el fin de cumplir los objetivos de la organización desde la perspectiva del recurso humano y su gestión.

Figura 4. Modelo de gestión del recurso humano (Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos, 2014)



Fuente: Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos (2014,71)

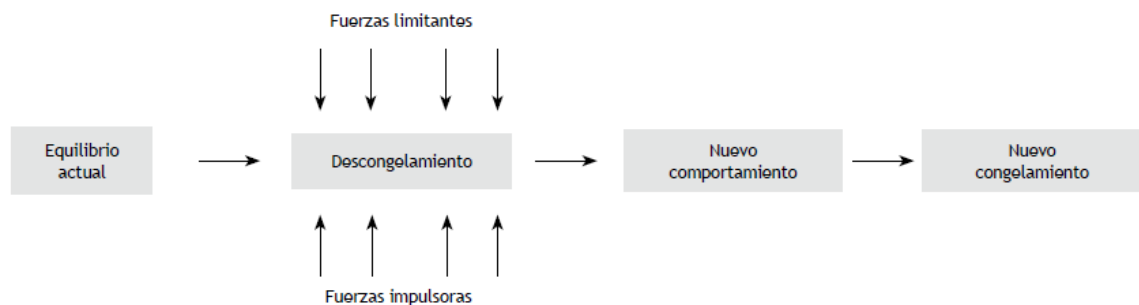
El modelo de gestión de recurso humano propuesto por los autores en mención presenta una combinación entre la productividad, las condiciones de trabajo y el desarrollo humano, lo que es adecuado para la gestión de los equipos de los equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S. pues establece que, a través de una adecuada combinación entre los tres componentes, el resultado final y el rendimiento del personal serán los esperados. En cuanto a la relación entre las condiciones de trabajo y la productividad, el modelo en referencia propone que las

personas, aparte de tener cada una un adecuado puesto de trabajo, también deben ser medidas a través de indicadores de gestión, es decir, la compañía proporciona los recursos adecuados para el desarrollo de las actividades pero, a su vez, el colaborador debe entregar buenos resultados enfocados hacia la productividad. Para el caso de la gestión de los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S., lo anterior es aplicable en el modelo por proponer pues hace relación a las adecuadas condiciones de trabajo y a la necesidad de implementar indicadores de gestión para los equipos de ingeniería. En cuanto a la relación entre el desarrollo humano y las condiciones de trabajo, el modelo de los autores citados propone el uso adecuado de las herramientas y el trabajo en equipo. La realización de las actividades y servicios que llevan a cabo los equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S. tienen un alto componente de trabajo en equipo por lo que la combinación propuesta en dicho modelo de gestión del recurso humano es adecuado aplicarlo en la gestión de los mismos dado que al desarrollar en forma adecuada las competencias humanas de cada integrante de los equipos y al fomentar una cultura de trabajo en equipo, los objetivos de cada actividad efectuada se pueden conseguir de manera óptima y más oportuna.

Negrete Jiménez (2012) propone un modelo de gestión del talento humano basado en las cuatro fuerzas del cambio.

Este modelo de gestión del talento humano hace referencia a que las organizaciones se ven acosadas por muchas fuerzas que exigen cambios; por lo tanto, es importante admitir que también existen otros factores que actúan para mantenerla en un estado de equilibrio. Las fuerzas que se oponen al cambio son las que apoyan la estabilidad o el statu quo. En otras palabras, lo que se busca en primera instancia es descongelar una antigua conducta o situación, llevarla a un nuevo nivel de conducta y volver a congelarla en el nuevo nivel. No obstante, factores como la resistencia se han tenido en cuenta en la implementación de esquemas de cambio en las empresas. Es así como se han contemplado tanto las barreras personales como las organizacionales para prever el impacto de la efectividad del cambio.

Figura 5. Modelo de gestión del talento humano basado en las cuatro fuerzas del cambio



Fuente: Negrete Jlménez (2012,10)

El modelo de gestión del talento humano que propone Negrete Jiménez hace referencia a la gestión del cambio en las organizaciones, es decir, cómo una organización es capaz de reacomodarse de acuerdo con las perturbaciones tanto internas como externas. La gestión del cambio en los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC es fundamental, pues los mismos están expuestos a constantes perturbaciones y a la necesidad de cambios en el desarrollo de sus actividades. El modelo de Negrete Jiménez establece que lo primero que se debe identificar son los comportamientos o situaciones que se deben eliminar para luego establecer los mecanismos para eliminar o congelarlos con el fin de generar uno nuevo. Para el caso de la gestión de equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S. es clave que se establezcan los parámetros y las situaciones que requieren cambio en busca de mejorar la productividad correspondiente.

Los dos modelos de gestión del recurso humano expuestos hasta este momento difieren en su enfoque, es decir, el propuesto por Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos (2014) hace relación al desarrollo de las competencias humanas, la productividad, las condiciones de trabajo y la combinación adecuada entre estos tres elementos, mientras que el postulado por Negrete Jiménez (2012) se refiere a la gestión del cambio en los comportamientos o situaciones indeseadas, es decir, a la de las perturbaciones en los equipos de trabajo. En consideración a la gestión de los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S., ambos generan elementos aplicables a la gestión, tales como la de las perturbaciones internas y

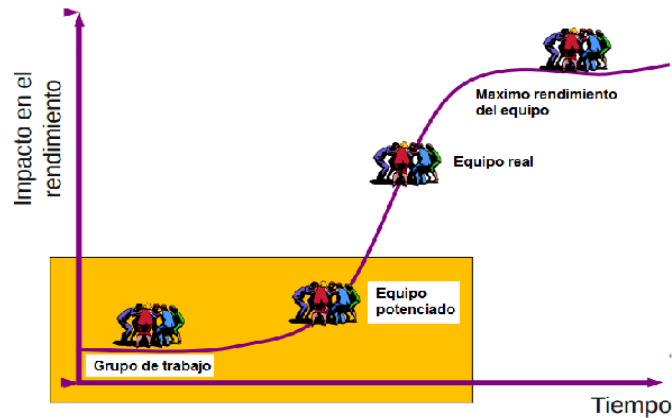
externas, el desarrollo de las competencias humanas de los individuos, el trabajo en equipo y la correcta medición del desempeño mediante indicadores de gestión.

Los modelos de gestión del conocimiento, de equipos de alto desempeño y del recurso humano presentados antes generan aportes para la de los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S. A continuación se presentan dichos aportes y su aplicación.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE INGENIERÍA

De acuerdo con DeMarco y Lister (1999), un equipo de ingeniería lo conforma un pequeño número de personas con habilidades complementarias que están comprometidas con un propósito común, un conjunto de objetivos de rendimiento y un enfoque que los hace mutuamente responsables. Dichas personas poseen alto grado de conocimiento en una rama específica de la ingeniería y a través de la gestión de los equipos se consiguen los objetivos propuestos en una compañía o en una dependencia de la misma.

Figura 6 Curva de evolución de un equipo de ingeniería



Fuente: DeMarco y Lister (1999, 45)

De acuerdo con la figura anterior, los equipos de ingeniería tienen una evolución en el tiempo en cuanto a su rendimiento y al logro de los objetivos; la figura ilustra que mientras más tiempo permanezca junto un equipo de ingeniería, mayor será su rendimiento en el tiempo. De igual manera, cada uno de los integrantes de los equipos de ingeniería tienen funciones y roles determinados para el cumplimiento de los objetivos; además de lo anterior, deben seguir una estructura que puede ser jerárquica o democrática; en las primeras las actividades, los cambios y los problemas en los equipos deben ser resueltos por los mandos superiores, mientras que en la segunda prima la cooperación y entre todos los miembros del equipo se pueden solucionar los inconvenientes y los cambios. De igual manera, los equipos deben seguir un proceso determinado para la realización de las actividades. A continuación se muestra de manera general un proceso de un equipo de ingeniería.

Figura 7. Proceso de los equipos de ingeniería



Fuente: Allen (2002, 115)

El proceso de un equipo de ingeniería puede ir desde la planeación inicial hasta el desarrollo y la implementación final; lo que muestra la figura es que siempre hay un ciclo cerrado entre la evaluación, la verificación, el análisis y diseño y los requerimientos, lo que indica que en los equipos de ingeniería las cuatro fases en el proceso deben estar ciento por ciento chequeadas para una posterior implementación. De igual manera, uno o varios miembros de los equipos de ingeniería pueden tener uno o varios roles para garantizar que las etapas del proceso se cumplan de acuerdo con lo planeado.

### 2.3 INTELIGENCIA DISTRIBUIDA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA

Para el desarrollo del análisis de los elementos conceptuales de la inteligencia distribuida desde la perspectiva de la gestión de equipos ingeniería se tomaron los conceptos teóricos de la misma y también cómo se relacionan con los componentes de los modelos de gestión de equipos.

La inteligencia distribuida hace referencia a dos paradigmas: el de los agentes inteligentes y el holónico. Para efectos del análisis de los elementos conceptuales de la inteligencia distribuida se analizaron los conceptos relacionados con el paradigma holónico. De acuerdo con Koestler (1967), se centra en la construcción de sistemas muy complejos que, a su vez, son eficientes en el uso de recursos, resistentes en alto grado ante disturbios (tanto internos como externos) y adaptables a cambios en su entorno. De igual manera, Mella (2005) establece que el paradigma de la inteligencia distribuida está fundamentado en la visión holística de los sistemas. Como resultado, cada elemento (actor o persona, que se denomina en general holón) perteneciente a un sistema “existe”, es decir, tiene un significado solo en un contexto en el que cada uno de los elementos y su estructura están relacionadas, lo que quiere decir que cualquier evento que involucre un elemento produce un reajuste, así sea muy leve, en la estructura entera, y en forma recursiva en todas las estructuras subordinadas o de orden superior.

De acuerdo con la definición anterior, se relaciona el concepto de holón de la siguiente manera: es una persona o individuo que hace parte de un equipo de trabajo; además, también puede ser un equipo de personas (holarquía) (Koestler, 1967). Para el caso de la problemática en cuestión, un holón hace referencia a un individuo que hace parte de un equipo de ingeniería y que interactúa, a su vez, con otros holones (personas y equipos de trabajo).

Por naturaleza, un holón (persona o actor de un sistema o individuo) debe necesariamente estar conectado con otros holones en una estructura típica vertical conocida como holarquía (Koestler, 1967), que puede verse como una estructura de multiestratos (Mesarovic, Mako y Takahara, 1970), multinivel o de árbol. Una holarquía es un arreglo de holones cuya función es llevar a cabo las interacciones verticales entre ellos (tabla 1).

Tabla 1. Holarquías en todas partes. Ejemplos de holones y sus niveles

	Disciplina	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
1	Física	Partículas	Átomos	Moléculas
2	Química	Moléculas	Compuestos	Bases

Tabla 1. (Continuación)

	Disciplina	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
3	Genética	Bases	ADN	Genes
4	Biología	Genes	Cromosomas	Células
5	Anatomía	Células	Órganos	Individuos
6	Ambiente	Individuos	Sistema ecológico	La Tierra
7	Astronomía	La tierra	Sistema solar	Galaxia
8	Sociología	Personas	Familias	Comunidades
9	Organizaciones	Células autónomas y divisiones	Firmas	Grupos
10	Tarjeta Visa	Unidad geográfica	Banco miembro	Visa internacional
11	Gobierno	Comunidades y ciudades	Regiones y estados	Naciones
12	Ingeniería	Componentes	Subconjuntos	Máquinas
13	Diseño de software	Subrutinas	Rutinas	Programación orientada a objetos

Fuente: (Turnbull, 2001, 32)

Según la tabla anterior, los holones (personas o individuos) y las holarquía (estructuras) se encuentran en todas partes y en todos los sistemas de los que hacen parte; se plantea que una holarquía debe tener, como mínimo, dos holones para permitir la cooperación entre ellos. La tabla anterior también hace referencia a que una holarquía está compuesta por uno o un grupo de holones. En este sentido, un criterio para definir una holarquía es que al asociarse, tanto en sus sistemas de toma decisiones como en sus conexiones, la misma debe estar en condiciones de entregar un producto (servicio concluido, alcance y entrega a satisfacción de un proyecto) (Zapata Madrigal, 2011).

Los holones en un equipo de ingeniería son entidades autónomas que cooperan de manera proactiva para alcanzar un objetivo de producción común (Zapata Madrigal, 2011); a su vez, pueden ser parte de varios equipos de trabajo en forma simultánea.

### 2.3.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS HOLONES

- Autonomía (Pinto Leitão, 2004): hace referencia a que un individuo puede funcionar sin intervenciones externas, tiene sus propios objetivos y el conocimiento y las habilidades para tomar sus propias decisiones acerca de sus actividades.

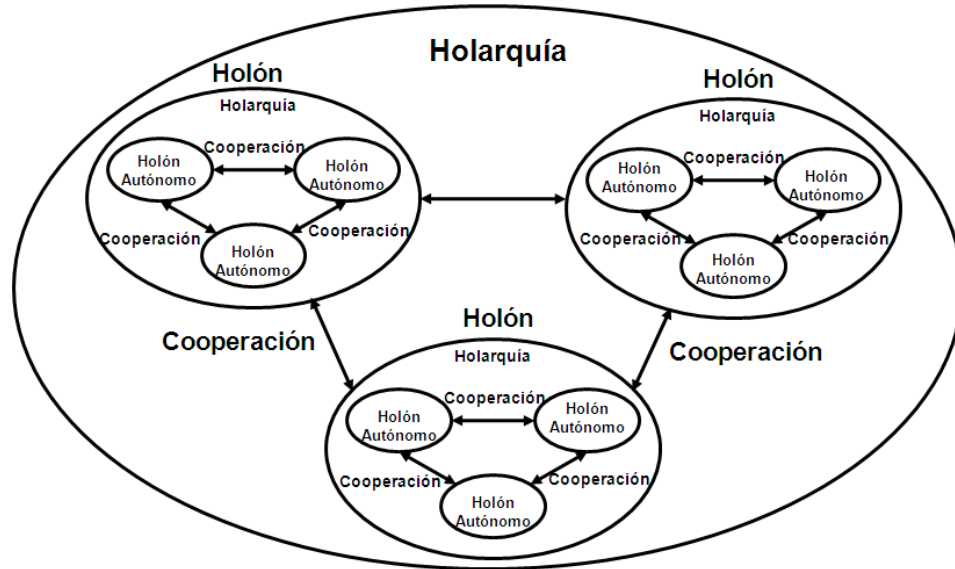
- Cooperación: es la capacidad que tiene el recurso de negociar con los otros holones sus metas con el fin de lograr sus objetivos o para obtener información adicional sobre el sistema (Bussmann, 1998; Wooldridge y Jennings, 1995). La cooperación es un atributo que les permite a los holones trabajar juntos para lograr una tarea común.
- Reactividad y proactividad: son cruciales en el funcionamiento de un equipo de holones; estas conductas permiten que ellos perciban su entorno y generen respuestas rápidas a los cambios que se producen en él.
- Autoorganización y aprendizaje: el primero está asociado con lo que cada holón contribuye a la adaptación dinámica del sistema frente a perturbaciones inesperadas y el segundo tiene que ver con la capacidad asociada con cada uno de ellos para la adquisición de nuevos conocimientos, la mejora en la capacidad para actuar en el futuro y la capacidad para apoyar la evolución dinámica del entorno en el que opera (Brennan y Norrie, 2001).
- Autosimilaridad: un sistema holónico tiene estructuras autosimilares, lo que indica que las características de un holón las puede tener el conjunto de los mismos. Cada uno de ellos, sin importar el nivel de agregación, tiene objetivos, conocimiento, competencias y estado. La autosimilaridad permite homogeneidad en la operación interna de la holarquía. Lo anterior hace relación

a que la empresa es una agregación de estructuras autosimilares (Van Brussel , Wyns , Valckenaers, Bongaerts y Peeters, 1998).

- Reconfigurabilidad: se define como la habilidad de un sistema para cambiar de modo dinámico su configuración, por lo general para responder a cambios en su ambiente (Van Brussel , Wyns , Valckenaers, Bongaerts, & Peeters, 1998). Algunas situaciones que implican la reconfigurabilidad de un sistema holónico son las siguientes:

- Fallas en los recursos
- Pérdida de capacidad en los recursos
- Problemas de calidad
- Retrasos en la entrega de insumos para la ejecución de una tarea
- Arribo de nuevas tareas y misiones
- Cancelación de las tareas y las misiones
- Cambios en prioridades de las tareas
- Solicitudes de cooperación entre holones
- Salida temporal o definitiva de los recursos
- Desviaciones en el desempeño del proceso

Figura 8. Entorno de cooperación



Fuente: HMS Consortium (1994)

La gráfica anterior muestra el nivel de cooperación que debe tener un modelo holónico en el que cada holarquía (un equipo de trabajo, un proyecto o un equipo de ingeniería que desarrolla un conjunto de actividades para alcanzar un objetivo) está compuesto por uno o varios holones (personas) que son autónomos y que, a su vez, desarrollan actividades de cooperación unos a otros con el fin de conseguir los objetivos propuestos.

Para la gestión de los equipos compuestos por holones, Pinto Leitão (2004) propone un sistema de puntos (penalizaciones y recompensas) basado en el cumplimiento

de los tiempos para las tareas propuestas que se hayan ejecutado con éxito (puntos positivos y recompensas) y en el incumplimiento de las tareas por parte de los holones que hayan tenido fallas y retrasos que no permitan el cumplimiento de las mismas con todos los requisitos y reglas de calidad. El desempeño global de los holones está dado por la suma de los puntos positivos menos la suma de los puntos negativos o penalizaciones. Estas recompensas y sanciones reflejan la confianza en el holón y se tienen en cuenta durante el proceso de asignación de recursos.

Los sistemas holónicos también deben tener una evaluación de su desempeño; según Pinto Leitão (2004), la medición del desempeño general de los holones debe ser objetiva: el desarrollo de esta medida de rendimiento debe ser fiable (el resultado de la medición es la misma, en forma independiente de quien lo tome y de las circunstancias en las que se haga), debe ser válido y estandarizado (es decir, las normas, reglas y elementos de la información deben ser lo suficientemente precisos y entendibles de modo que puedan ser aplicados en cada caso e de modo independiente de quien los aplique). El autor mencionado establece que los modelos para la evaluación del rendimiento propuestos hace unos años por Kaplan y Norton (1996) en el cuadro de mando integral y la medición del desempeño, tienen la falencia de que son por lo común medidas estáticas y por lo tanto no reflejan los cambios dinámicos que tiene los sistemas holónicos, además de que los últimos se centran en el desempeño individual y no en del sistema como tal.

Los indicadores de gestión propuestos por Pinto Leitão (2004) para los sistemas holónicos se basan en indicadores cuantitativos y cualitativos. Con respecto a los primeros se proponen los siguientes:

- Tiempo de entrega de una tarea determinada. Este indicador está basado sobre todo en el tiempo de espera para la ejecución de una tarea, es decir, todo lo que tiene que ver con los tiempos de preparación, de inactividad y de procesamiento. Lo que indica Pinto Leitão (2004) es que el tiempo de espera tiene mayor importancia en el análisis del rendimiento porque refleja el nivel de optimización de producción que influyen en la productividad para el logro de un objetivo.
- La tardanza. Hace relación a los retrasos que los recursos (holones) pueden tener desde el inicio de una actividad debido a limitaciones de capacidad por ocupación en otras tareas o por perturbaciones inesperadas.
- El rendimiento. Es un indicador real de la productividad de un sistema holónico; lo que propone el autor citado es que el rendimiento es igual a la relación del número de tareas desarrolladas sobre el tiempo empleado para ejecutarlas.
- La utilización de los recursos y previsibilidad. La utilización de los recursos se define como el porcentaje de tiempo de procesamiento en un intervalo de tiempo, lo que permite determinar qué tan sobrecargado está un recurso o qué tan concentrados están los mismos. La previsibilidad corresponde a qué tan

razonables son las fechas de entrega a las que el equipo de trabajo se ha comprometido.

En cuanto a los indicadores cualitativos, Pinto Leitão (2004) propone los siguientes:

- Reconfigurabilidad del individuo. Está relacionado con la capacidad que tiene un individuo de ser flexible ante los cambios, perturbaciones y reestructuraciones que requiera el sistema.
  
- La robustez de los sistemas. Hace referencia a la capacidad que tiene un equipo de trabajo de permanecer funcionando de manera estable y correcta incluso en presencia de perturbaciones.
  
- Agilidad. Este indicador se refiere a la capacidad de reacción que tiene un equipo de trabajo en un corto período en contraste con la aparición de entornos inesperados.

A continuación se presenta un resumen de los indicadores de gestión para equipos que se desarrollen con la filosofía de la inteligencia distribuida.

Tabla 2. Indicadores de gestión en sistemas holónicos

<b>Indicadores de gestión en sistemas holónicos</b>	
<b>Cuantitativos</b>	<b>Cualitativos</b>
Tiempo de entrega	Reconfigurabilidad
Tardanza	Robustez de los sistemas
Rendimiento	Agilidad
Utilización de los recursos	
Previsibilidad	

Fuente: Pinto Leitão (2004, 173)

De acuerdo con todo lo anterior, el paradigma de la inteligencia distribuida aporta varios elementos para la elaboración del modelo de gestión de equipos de ingeniería tales como los atributos que se deben desarrollar en los individuos que hagan parte de los mismos, esto es, la autonomía, la proactividad, la cooperación y la reactividad, la autosimilaridad y la autoorganización, entre otros, con el fin de permitir la formación de holarquías para que la empresa sea la agregación de estructuras autosimilares. El paradigma también aporta las métricas de los atributos antes mencionados; a continuación se listan los más representativos.

### 2.3.2 SUPERVISIÓN DE ATRIBUTOS HOLÓNICOS

- **Autonomía:** respecto a la autonomía, cada holón supervisa su dinámica y el cumplimiento de su objetivo. Los holones que se agrupan en una holarquía son supervisados por un supervisor de la holarquía. El holón, mediante el supervisor, toma decisiones para responder a las perturbaciones sin requerir la intervención de niveles superiores de decisión. La supervisión se convierte en un elemento fundamental del holón, tal y como lo establece la definición de este atributo, mediante el cual el holón controla, monitorea y supervisa su comportamiento (Zapata Madrigal, 2011). La métrica para este atributo se evalúa con la asertividad en la toma de decisiones cuando el sistema es afectado por perturbaciones, es decir, el holón es más autónomo mientras menos eventos intercambie su supervisor con el de orden superior.
- **Cooperación:** la cooperación entre dos holones es coordinada por el supervisor de la holarquía y la coordinación entre las holarquías es coordinada por el supervisor de nivel superior (Zapata Madrigal, 2011). Si ante la ocurrencia de una falla el holón no es capaz de atenderla, transmite un evento de falla al supervisor de la holarquía, que activa un mecanismo de respuesta a perturbaciones. Si el evento de falla no se propaga hasta un nivel de supervisión superior y no se genera incumplimiento debido al mismo, ello significa que la perturbación se resolvió internamente mediante cooperación. La métrica para

este atributo consiste en determinar el número de fallas que fueron resueltas sin intervención de un supervisor de nivel superior.

- Proactividad: la métrica para la proactividad hace referencia a la generación de una acción por parte de un holón que se adelanta a incumplimientos si se presenta una falla o una situación indeseada. Si ante una falla o perturbación que en el futuro va a generar incumplimiento, el holón reacciona de manera anticipada y lo evita, se concluye que el holón es proactivo (Zapata Madrigal, 2011).

Otro de los aportes del paradigma holónico para la gestión de equipos de ingeniería es la supervisión de los holones (equipos de ingeniería, equipos de proyectos u holarquías). Simão (2005) propone un supervisor holónico y lo presenta como aquel sistema cuyo propósito es controlar la cooperación de las necesidades de los equipos (holones) para conseguir los objetivos propuestos mediante un proceso de ejecución definido. El supervisor es el responsable de organizar la cooperación entre los recursos por medio de requerimientos de servicios con bases en las decisiones que toma. Estas decisiones podrían estar basadas en las capacidades y estados de los recursos; por lo tanto, el supervisor debe promover entre los holones la cooperación holones-equipo y la toma de decisiones acertadas en medio de perturbaciones; de igual manera, la descentralización de la toma de decisiones es una característica clave del paradigma.

De modo similar genera aportes como la forma en que se deben evaluar los individuos en pro del cumplimiento de los objetivos de la empresa y se presentan indicadores de gestión, tanto cualitativos como cuantitativos, que hacen énfasis en la utilización de los recursos, en la flexibilidad de los mismos, en la capacidad de reconfiguración, en la toma de decisiones a tiempo y en la robustez de los sistemas que configuran los equipos de trabajo. El paradigma de la inteligencia distribuida brinda los siguientes elementos para plantear el modelo de gestión de equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S.:

- Combinación apropiada de la autonomía con la autoridad. El holón es conocedor de las reglas de la compañía y de los límites en la toma de decisiones.
  
- Combinación apropiada entre estructuras fijas y estructuras flexibles. En la organización existen un organigrama que no cambia en forma constante pero en ella se pueden establecer estructuras flexibles para el desarrollo de un proyecto o servicio que pueden reconfigurarse de acuerdo con las necesidades y con la evolución de las actividades.
  
- Planeación convencional e innovación.

Combinación entre optimización global y tiempo de respuesta a perturbaciones.

Hace referencia a que el supervisor programa el recurso según sus características y sus necesidades para lograr el objetivo, con el fin de tener así la visión completa

del que hay para resolver, lo mismo que las reglas y los límites previstos para la solución del mismo.

## 2.4 MODELO DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERIA DE GOOGLE

SIMAC, al ser una empresa de ingeniería, de tecnología y de alto grado de conocimiento, tiene gran similitud con organizaciones como Google, porque en ambos casos son de tecnología y cuentan con empleados nativos digitales, lo que implica que las consideraciones que se tomen en cuanto a las estructuras y a los modelos de gestión sean distintas a lo normal, es decir, han de ser estructuras y modelos de gestión que rompan esquemas y que sean dinámicos en el tiempo.

Para efectos del análisis de los elementos conceptuales de los modelos de gestión de las empresas de ingeniería y desarrollo de software (organizaciones de tecnología) se tomó el caso particular de la empresa Google en cuanto a su modelo de gestión, debido a las dificultades en la consecución de información de los de otras como Cisco, Apple y Facebook. Google se considera una de las compañías más innovadoras del mundo, lo que en gran parte se debe a los componentes y principios de su modelo de gestión (Blanchard y Johnson, 2000).

La OECD (1997) establece que una empresa es innovadora cuando posee la capacidad de cambiar su negocio o su modelo de gestión, así como la requerida para desarrollar e implementar nuevos productos que respondan a las necesidades de los clientes. De acuerdo con lo anterior, Google ha tenido éxito en el tiempo con sus equipos de ingeniería y en su modelo de gestión (ver figura 11) porque ha innovado de manera constante en sus propios modelos. Un modelo de gestión depende de las características del sistema de una empresa. Un sistema cuenta con componentes de la organización que se afectan entre sí y a la estructura general de la empresa (Damanpour, 1987). Componentes como la toma de decisiones en cuanto a si la autoridad es centralizada o descentralizada, a si las normas permiten los errores o que todo se haga bien la primera vez, a si el ambiente es formal o informal, a si la información fluye con libertad y es accesible a todo el mundo, a si se fomenta la cooperación entre las personas y las unidades, y a si las competencias internas están al día. Todos estos componentes constituyen un sistema de una compañía.

Para desarrollar un adecuado modelo de gestión (Prahalad y Hamel, 1990), las empresas deben desarrollar las llamadas competencias básicas, que afectan en forma directa sus sistemas. Las mismas garantizan ventajas competitivas que establecen la sobrevivencia en el tiempo. Prahalad y Hamel (1990) descubrieron que ellas podían obstaculizar el largo plazo de la compañía de acuerdo con los cambios externos acelerados. Por lo tanto, existe el riesgo de que lo que antes era un modelo de gestión adecuado más tarde pueda ser un impedimento para el

crecimiento y la sostenibilidad en el tiempo. Lo anterior clarifica que los modelos de gestión modernos deben tener un componente de innovación continua, es decir, un modelo de gestión dinámico y sujeto a cambios. En contraste con lo anterior, el modelo de gestión de Google ha sido exitoso en el tiempo porque ha desarrollado las llamadas capacidades dinámicas, que definen a dicha organización como una empresa con la capacidad de integrar, desarrollar y reconfigurar las competencias internas y externas para cumplir con celeridad al entorno cambiante; en otras palabras, es la capacidad de revisar de modo constante los factores externos y adaptar la compañía con rapidez para afrontar nuevos retos (Teece, 2007).

Las capacidades dinámicas se basan en tres habilidades (Brown e Eisenhardt, 1997):

- Detección y configuración de las oportunidades y amenazas
- Aprovechamiento de las oportunidades
- mantenimiento de la competitividad mediante la combinación, la protección y, cuando sea necesario, la reasignación de recursos de la empresa.

Según Steiber (2014), el modelo de gestión de Google aplica el concepto de la frontera entre el orden y el caos, que se conoce como autoorganización y que surge cuando hay una estructura que no es tan inflexible como para impedir el cambio. Lo que aplica Google es que si todo el mundo sabe cuál es el objetivo y está claro para cada miembro de los equipos de trabajo, todos pueden decidir cómo actuar a la luz

de lo que sucede; esto es lo que implica ser un autoorganizador. La clave del modelo de gestión, y que se convierte en un reto para toda organización, es que está definida con claridad la diferencia entre lo que tiene que estar firmemente establecido y lo que se debe dejar abierto para que los empleados decidan a la luz de los factores predominantes.

La frontera entre el orden y el caos proporciona las siguientes oportunidades: la primera es la libertad de improvisar dentro de la empresa. Los equipos tienen claros los objetivos, las prioridades y las directrices de la organización; por lo tanto, encuentran nuevas soluciones a tiempo y dentro de las limitaciones presupuestarias. Para este fin, Google se basa en tres condiciones: la cultura de aprendizaje cuando las condiciones cambian, una organización semiestructurada en la que las entregas, tiempos y priorizaciones se monitorean de manera permanente y una comunicación eficaz de la información que sea accesible con facilidad para todos en el momento que se necesite. La segunda oportunidad es el aprovechamiento de las sinergias mediante la consecución de la cooperación con otras unidades de la empresa (Steiber, 2014). Entre los aspectos fundamentales en el modelo de gestión de Google, como lo establece la misma autora, son los roles de liderazgo que tiene la organización. En la organización existen tres diferentes roles. El primero de ellos se refiere a la unidad de negocio, en la que la estrategia se refiere a la capacidad para manejar la innovación y la producción al mismo tiempo. El segundo corresponde a la sincronización de nivel medio, en la que es necesario reasignar los recursos para aprovechar las oportunidades de negocio, y

el tercero es el de la alta dirección, en lo que tiene que ver con recopilar, decidir y comunicar los objetivos y las prioridades de la empresa.

Otro de los componentes importantes del modelo de gestión de Google, de acuerdo con Høyrup (2008), es su enfoque centrado en las personas, es decir, en sus equipos de ingeniería y desarrollo. La empresa permite que sus empleados hagan lo que tienen que hacer porque sienten pasión por hacerlo, incluso encontrar compañeros con la misma pasión. De igual manera, este enfoque también se preocupa por entender lo que motiva a cada empleado de manera individual. La compañía debe estar organizada como un río, es decir, un sistema que fluya con libertad y sin trabas (Tidd y Bessant, 2009). Organizaciones como Google crean de manera simple un bienestar en los empleados y solo generan rutinas y estructuras sofisticadas cuando sea estrictamente necesario. Se les da a las personas la libertad de tomar sus propias decisiones sin que las mismas obstaculicen el objetivo de la compañía. De igual manera, el modelo de gestión incluye un ordenamiento hacia los empleados para la toma de buenas decisiones, para lo cual todos tienen acceso a la información que consideren pertinente para tal fin. Lo anterior requiere una amplia transparencia en áreas relevantes y menos secretos, tal y como lo han hecho entender los modelos anteriores (Birkinshaw, 2010). Isaksen y Tidd (2006) establecen que, en el tipo de empresas como Google, los mismos equipos crean retos en forma activa, apoyan y dan margen a nuevas ideas y permiten el conflicto y el debate sobre las cuestiones que impliquen un cambio significativo; de igual

manera, aceptan los riesgos asumidos y se les da la libertad acerca de cómo realizar las tareas.

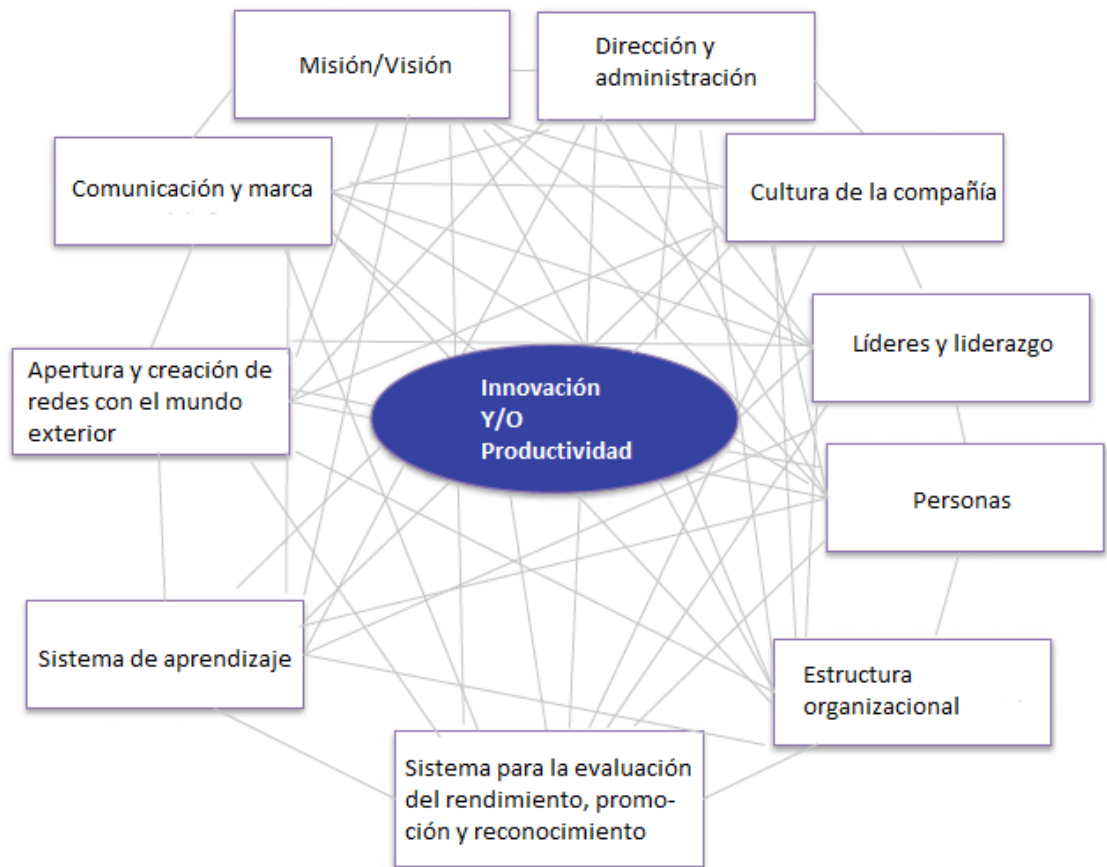
La visión de Google la comparten Tidd y Bessant (2009), que consideran que los empleados son el activo más importante en la economía actual; además, sostienen que los mismos son más importantes que los clientes, pues empleados satisfechos crean clientes satisfechos. Inspirar y dar un liderazgo de apoyo fomenta el desarrollo de los equipos de alto desempeño, de modo que sean capaces de aceptar la incertidumbre y el riesgo y de manejar los fallos de manera constructiva (Bel, 2010).

Google se desarrolla como una organización ambidiestra (Steiber, 2014), lo que se refiere a una que puede “hacerlo todo”, es decir, tiene la capacidad de mejorar sus operaciones diarias y de reducir costos y, por otro lado de dedicar esfuerzos para la innovación y la mejora continua; en otras palabras, tiene la capacidad de una empresa para crear condiciones que favorezcan un éxito comercial a largo plazo que se basa en ser bueno en la producción y en la innovación con fundamento en un modelo de gestión orientado al cambio continuo. Lo que ha hecho Google es que ha permitido mantener los productos eficientes y la mejora continua y, al mismo tiempo, experimentar y participar en el cambio continuo. Una organización ambidiestra, como Google, tiene una producción eficiente y una innovación continua basada en los equipos de trabajo. Además de lo anterior, Rosenberg y Steinmueller

(1988) establecen que la organización debe estar abierta a su entorno; en el tipo de organizaciones como Google, los gerentes y empleados se conectan con la superficie de la compañía, es decir, están en contraste con lo que sucede en el entorno y abiertos al flujo de ideas e innovaciones externas con el fin de beneficiarse con mayor rapidez y eficacia de las innovaciones originadas en otras partes.

El enfoque de sistemas es otro de los componentes del modelo de gestión de Google. Las empresas similares han pasado de tener una perspectiva de proceso a una de sistemas. Un enfoque de sistemas es, pues, una forma de lograr una mayor comprensión de lo que debe hacerse con el fin de mejorar las capacidades del modelo de gestión y de la innovación. Un sistema es una colección de componentes con ciertas características que están conectados entre sí y poseen cualidades y propiedades relacionadas (O'Connor, 2008).

Figura 9. La organización de Google visualizada con un enfoque de sistema.



Fuente: Steiber (2014, 29)

En la gráfica se observa que lo que propone el modelo de gestión de Google es una orientación en la que en la productividad no se descuide la innovación y, a su vez, en la innovación no se descuide la productividad. Después de todo, la productividad de la empresa es la que financia las innovaciones. Una empresa como Google está enfocada tanto hacia la innovación como hacia la productividad.

Para el caso particular de las personas como parte del sistema en una empresa enfocada hacia la productividad, las personas se consideran un recurso, que deben hacer lo que se les dice y han de cumplir los procesos y minimizar la variación mediante el seguimiento de las instrucciones, mientras que en una enfocada hacia la innovación, los empleados son el recurso más importante de la compañía y se estimula la independencia de los individuos, y su colaboración mutua con el fin de contribuir al cumplimiento de la misión de la empresa a través de sus propias alternativas (Steiber, 2014). El éxito del modelo de gestión de Google se basa en combinar los dos enfoques, aunque es más una empresa enfocada hacia la innovación continua que hacia la productividad.

En cuanto al sistema de evaluación, promoción y reconocimiento, Steiber (2014) establece que en una empresa enfocada hacia la producción, la gestión de los recursos humanos es una función de mantenimiento de capital humano, mientras que en una enfocada hacia la innovación, los administradores tienen la responsabilidad de apoyar y desarrollar a los empleados, es decir, el desarrollo personal, el de su liderazgo y, en general, el de cada empleado en función de la misión de la organización.

Las dos fuerzas impulsoras más importantes para el modelo de gestión de Google y su innovación continua son: la cultura de la empresa y los individuos involucrados. La primera representa las normas y los valores comunes de la compañía y estimula la innovación a través de las expectativas compartidas. Los empleados se describen

como creativos, inteligentes y con ganas de involucrarse en las innovaciones (Steiber & Alânge, 2013). Para el caso particular de Google, parte de su cultura está basada en la regla 70-20-10, que indica que los empleados deben dedicar el 70% del tiempo a las actividades básicas, el 20% del tiempo a proyectos relacionados con las mismas y el 10% a los que no lo estén (Steiber, 2014). De igual manera, Schein(1997) establece que la cultura hace referencia a las expectativas de los empleados y a la forma en que los miembros de una organización se relacionan entre sí, lo que significa que los componentes que influyen en la cultura desarrollan una colaboración activa y se apoyan mutuamente. En Google, esta cultura es un pilar fundamental del modelo de gestión que desarrolla.

Según Steiber (2014), el modelo de gestión de la empresa mencionada siempre ha sido un modelo de largo plazo, es decir, si surgen oportunidades que sacrifiquen las utilidades en el corto plazo y que tienen un mejor interés para los accionistas en el largo plazo, las mismas se llevarán a cabo.

A los nuevos empleados de Google se les introduce a la cultura de la organización a través de dos procesos paralelos (Egigius, 1994); el primero es el de socialización, que hace que la gente sea “similar” en términos de normas y valores, y el segundo es uno de individualización, que hace que las personas sean “diferentes”. El último está orientado hacia la innovación y apoya el desarrollo de cada empleado en una independencia para la toma de decisiones. Esta cultura está constituida, por lo tanto, por la independencia, la colaboración y el cambio continuo. Tanto la socialización

como la individualización (Steiber, 2014) requieren la experiencia y del aprendizaje. En Google a las experiencias de cada persona se les hace una realimentación. Cuando un nuevo empleado interpreta una situación “en forma correcta” y actúa de acuerdo con las normas de la cultura, él o ella reciben una realimentación positiva que refuerza ese comportamiento. Un empleado que viole las normas o muestre que no las ha entendido recibe una realimentación negativa, en la que se le corrige y se adecua el comportamiento.

Steiber y Alânge (2013) clarifican que la cultura de Google se puede dividir en cuatro categorías: el enfoque, la ambición, la cooperación y la colaboración y la ética. El enfoque contiene cinco elementos: la organización de la información del mundo, la contratación de las personas adecuadas, un enfoque en la innovación y los usuarios, dar a cada empleado un amplio espacio para la independencia y la regla 70-20-10. La ambición se refiere a que la empresa desea trabajar con los problemas y las oportunidades del mundo. Lo que la compañía sabe es que estos problemas no tienen soluciones fáciles, rápidas y sencillas, y por lo tanto, permite una gran cantidad de pruebas para garantizar el aprendizaje (Steiber, 2014). Para Google, la ambición contiene los siguientes elementos: pensar en grande, un cambio continuo, ser menos y más grandes (más posibilidades con menos recursos), el desarrollo del modelo de negocio en el tiempo, la regla del 20%, un entorno creativo y una empresa internacional y diversificada. La regla del 20% se basa en que Google les da a los ingenieros el 20% de su tiempo para desarrollar una idea hasta el punto de poder ser presentada como un concepto o un prototipo.

La cooperación y la colaboración hacen referencia a la opción que tiene un empleado de participar en un proyecto en el que otro colega es responsable. Cooperación se refiere a asumir la responsabilidad personal y mutua para lograr objetivos compartidos. Los valores de la cooperación y la colaboración son: la transparencia y la confianza, la rapidez y la escalabilidad, la asunción de riesgos y la pasión, la humildad y el rudimentarismo, la autoorganización y la equidad (Steiber, 2014).

La última categoría de la cultura es la ética; según Steiber y Alânge (2013), los valores y la ética se prueban en el reclutamiento y en las entrevistas de trabajo, de tal modo que cuando los participantes no reflejan los valores con respuestas a las preguntas que se les plantean, no se les acepta. Google está construido sobre una base de capital humano. Para la organización, cada empleado, desde la perspectiva del equipo de gestión, contribuye a la realización de la visión y la misión de la compañía (Steiber y Alânge, 2013). El factor principal detrás de la energía innovadora de la compañía es la gente apasionada. El secreto de este factor se da por la cuidadosa y adecuada selección de los nuevos empleados y, además, por su orientación hacia el liderazgo.

Le reclutamiento se lleva a cabo de la siguiente manera (Steiber, 2014): el candidato es entrevistado por teléfono en primera instancia y si él o ella sigue participando del proceso, tiene entrevistas con ocho personas como máximo, que documentan su opinión en cuanto a que tan bien el solicitante cumple los criterios adoptados para

el cargo. Las tres áreas son: la capacidad cognitiva, el conocimiento y la experiencia relacionada con el perfil del cargo. Para la elección de los candidatos se establece un nivel alto, lo que quiere decir que lo ideal es encontrar a alguien mejor que la persona que conduce la entrevista, de modo que cada vez se aumente el nivel promedio de la compañía en cuanto a capital humano.

En la siguiente figura se presenta un resumen de la cultura en Google, en la que los cuatro grandes focos son: el enfoque, la ética, la cooperación y la colaboración y la ambición.

Figura 10. La cultura en Google



Fuente: Steiber (2014, 49)

Figura 11. Ocho buenos hábitos de los grandes líderes



Fuente: Steiber (2014, 64)

En el modelo de gestión de Google y su enfoque hacia el liderazgo se hace gran énfasis en los ocho hábitos que deben tener los líderes de organización, que se evalúan cada año y fueron definidos por el personal de operaciones de la compañía (Steiber y Alânge, 2013).

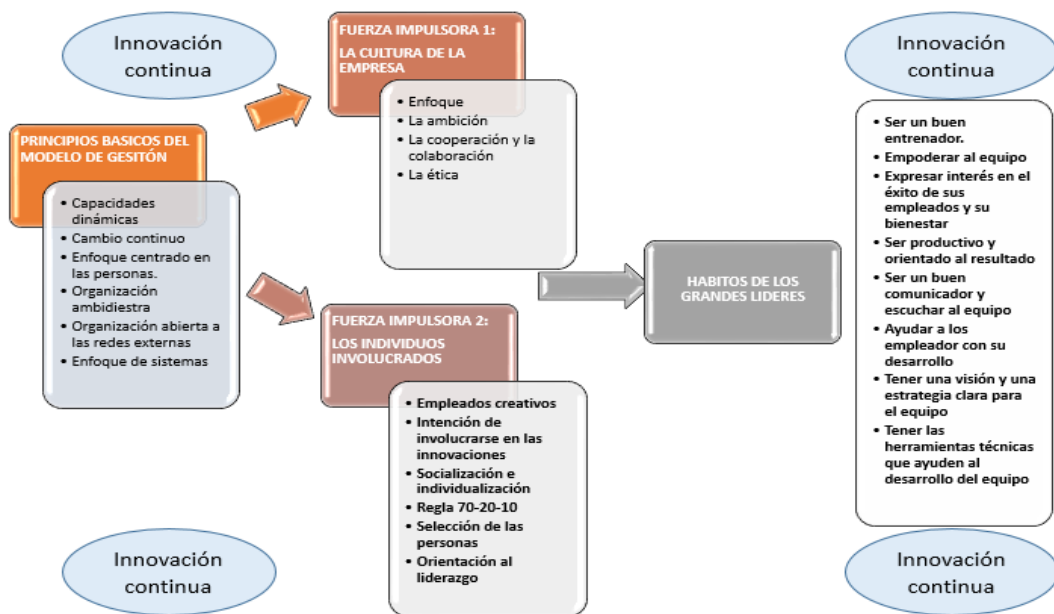
La gráfica anterior establece que un buen líder debe ser un buen entrenador (Steiber, 2014), lo que hace referencia a efectuar una adecuada realimentación de

manera específica y constructiva, además de ayudar en el desarrollo de las soluciones de modo tal que se resalten las fortalezas de cada empleado.

En relación con los ocho hábitos mostrados en la figura, un líder debe apoyar a los empleados mediante el establecimiento de prioridad a las tareas y la toma de decisiones que eliminen los obstáculos.

De acuerdo con lo analizado y recopilado hasta acá, el modelo de gestión de gestión de equipos de Google y sus componentes se puede resumir en el siguiente gráfico.

Figura 12. Visión del modelo de gestión de Google



Fuente: elaboración propia

En conclusión, el modelo de gestión de equipos de Google está basado en dos fuerzas impulsoras: la cultura y los individuos involucrados, que están apoyadas de seis principios básicos del modelo y, además, apoyan la generación de los ocho hábitos de grandes líderes. Todo el modelo de gestión tiene bases que se fundamentan en la innovación continua.

El modelo de gestión de Google genera gran aporte a la problemática en cuestión, pues tanto dicha compañía como SIMAC S. A. S. son empresas de equipos de ingeniería en las que el capital humano y el conocimiento son de vital importancia para su desarrollo, su sostenimiento y su crecimiento. El modelo aporta componentes como la orientación hacia el liderazgo y los hábitos o competencias que se deben desarrollar en las personas para que lleguen a ser grandes líderes. La cultura y las personas involucradas son los ejes principales del modelo de gestión. Por otra parte, el análisis del mismo hace referencia a que los modelos deben ser flexibles al cambio y a la innovación, de acuerdo con las condiciones y con las oportunidades que se presentan, tanto en interior como en el exterior de la empresa. Los objetivos organizacionales los conoce cada empleado, lo que hace que se genere gran autonomía y autoorganización según las circunstancias, lo que facilita la toma de decisiones y la solución de dificultades en el menor tiempo posible. De igual manera, el modelo clarifica que los roles de liderazgo están presentes en todos los niveles; además, combina en forma apropiada la libertad de tomar decisiones con el cumplimiento de las reglas, la innovación con la productividad y la cultura organizacional con el desarrollo de los individuos.

SIMAC, al ser una empresa de ingeniería, de tecnología y de alto grado de conocimiento, tiene gran similitud con compañías como Google, dado que por ser del mismo sector y que cuentan con empleados nativos digitales, ello hace que las consideraciones que se adopten en cuanto a las estructuras y a los modelos de gestión sean distintas a lo normal, es decir, en ellas las estructuras y los modelos de gestión rompen esquemas y son dinámicos en el tiempo.

Al analizar los aportes que generan los modelos de gestión antes citados se evidencia que para las empresas de tecnología, como Google y SIMAC, son fundamentales el conocimiento y el personal que desarrolla las actividades, pues el último es, a su vez, el que genera las ventas.

A continuación se presenta una tabla con la relación entre los modelos de gestión que aportan a la gestión de equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S. y los conceptos fundamentales de la inteligencia distribuida, además de su justificación y aporte.

Tabla 3. Relación entre los modelos de gestión que aportan a la gestión de equipos de ingeniería y los conceptos fundamentales de la inteligencia distribuida

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Autonomía	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresas de tecnología como Google</li> <li>2. Modelo de gestión de equipos de alto desempeño</li> <li>3. Modelo de gestión del talento humano basado en las cuatro fuerzas del cambio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de decisiones autónomas en la ejecución de las actividades y proyectos</li> <li>2. Competencias necesarias para conformar un equipo de alto desempeño</li> <li>3. Toma de decisiones ante una perturbación</li> </ol>

Tabla 3. (Continuación)

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Cooperación	1. Empresas de tecnología como Google 2. Modelo de gestión del conocimiento 3. Modelo de gestión de equipos de alto desempeño	1. Innovación continua basada en los equipos de trabajo 2. Transición entre socialización, externalización, combinación e interiorización 3. Integración e intercambio de conocimientos 3.1. Negociación de recursos en tareas compartidas
Reactividad	1. Empresas de tecnología como Google 2. Modelo de gestión Modelo de gestión del talento humano basado en las cuatro fuerzas del cambio	1. Detección de amenazas y respuesta ante las mismas 2. Nuevo comportamiento ante un cambio en el entorno

Tabla 3. (Continuación)

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Proactividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresas de tecnología como Google</li> <li>2. Modelo de gestión de equipos de alto desempeño</li> <li>3. Modelo de gestión del talento humano</li> </ol>	<p>Anticipación a fallas y a riesgos, aportes e iniciativas. Ir siempre varios pasos adelante</p>
Autoorganización	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresas de tecnología como Google</li> <li>2. Modelo de gestión del talento humano basado en las cuatro fuerzas del cambio</li> <li>3. Modelo de gestión de equipos de alto desempeño</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de oportunidades y negociación de recursos de acuerdo con las condiciones del entorno</li> <li>2. Toma de decisiones y acciones ante perturbaciones</li> <li>3. Actitudes del equipo para reorganizarse ante cambios y perturbaciones</li> </ol>

Tabla 3. (Continuación)

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresas de tecnología como Google</li> <li>2. Modelos de gestión de Equipos de alto desempeño</li> <li>3. Modelos de gestión del conocimiento</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regla 70-20-10</li> <li>2. Acciones emprendidas de acuerdo con lo ocurrido en eventos anteriores</li> <li>3. Transferencia de conocimiento</li> </ol>
Autosimilaridad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelos de gestión de equipos de alto desempeño</li> <li>2. Empresas de tecnología como Google</li> </ol>	Las características de cada uno de los integrantes del equipo son las del conjunto de equipos y de la empresa
Holarquías	Todos los modelos de gestión analizados	Las holarquías pueden ser estructuras fijas (organigramas) y flexibles (equipos conformados para desarrollar un proyecto, un servicio o una actividad)

Tabla 3. (Continuación)

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Combinación apropiada entre autonomía y autoridad	1. Empresas de tecnología como Google	1. Límite en la toma de decisiones, los colaboradores conocen las reglas del negocio, los objetivos por alcanzar y los límites en la toma de decisiones ante las perturbaciones
Combinación apropiada entre estructuras fijas y flexibles	1. Empresas de tecnología como Google 2. Modelos de gestión Equipos de alto desempeño	1. Equipos de trabajo para la innovación y equipos de trabajo para la productividad; son estructuras flexibles 2. Equipos de trabajo para el desarrollo de un proyecto o una actividad en particular, que pueden cambiar en el tiempo de acuerdo con las necesidades y con los cambios del entorno

Tabla 3. (Continuación)

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Evaluación de desempeño por puntos y penalizaciones	Empresas de tecnología como Google	En empresas de tecnología se establece que las cosas no tienen que hacerse la primera vez bien, pero sí llevar un registro de las fallas y aciertos de cada individuo en cada equipo de trabajo, con el fin de evaluar su desempeño y ejecutar los planes de acción para mejorar dichos puntos, todo lo anterior desde el punto de vista de innovación y productividad

Tabla 3. (Continuación)

<b>Componente de inteligencia distribuida</b>	<b>Relación con modelo de gestión</b>	<b>Justificación y aporte</b>
Métricas de desempeño	Todos los modelos de gestión analizados	Los modelos de gestión tienen métricas de desempeño o indicadores de gestión con el fin de estimar el adecuado comportamiento de cada uno

Fuente: elaboración propia

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

La pregunta resuelta en el presente trabajo de grado fue: ¿cómo mejorar la eficacia y la eficiencia en los equipos que desarrollan los proyectos en la compañía SIMAC S. A. S. mediante el paradigma de la inteligencia distribuida? Para obtener la respuesta se planteó el siguiente objetivo general:

Proponer un modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC SAS basado en el paradigma de la inteligencia distribuida que permita un mejoramiento en la eficacia y la eficiencia en los servicios y proyectos que desarrolla.

La investigación que se desarrolló en el trabajo fue de tipo cualitativo-descriptivo. De acuerdo con Fraenkel y Wallen (1996 ), la investigación cualitativa tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno y busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible. En investigaciones cualitativas se debe hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud: se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible.

Las características de una investigación cualitativa, según Fraenkel y Wallen (1996 ), en enmarcan en los siguientes aspectos:

- No suele probar teorías o hipótesis. Es, en lo primordial, un método de generar teorías e hipótesis.
- La base está en la intuición. La investigación es de naturaleza flexible, evolucionaría y recursiva.
- En general no permite un análisis estadístico.
- Es inductiva.
- La recolección de los datos es en su mayoría verbal en vez de cuantitativa.
- El ambiente natural y el contexto que se da el asunto o problema es la fuente directa y primaria y la labor del investigador se constituye en el instrumento clave en la investigación.

Según lo anterior, el presente trabajo se enmarca en el tipo de investigación cualitativo pues para la solución de la pregunta inicial y para conseguir el objetivo general se obtuvo conocimiento sobre los aspectos y características generales de lo que es un modelo de gestión y los tipos del mismo que aportaran a la problemática expuesta. Además, se adquirió conocimiento acerca de la inteligencia distribuida y sus características, componentes y estructura. De igual manera, el presente trabajo no pretendió probar teorías ni hipótesis, sino más bien generar una propuesta para el mejoramiento de la gestión de los equipos de ingeniería de una compañía en particular. No contiene análisis estadísticos de la información, puesto que toda la información recolectada de la empresa SIMAC S. A. S. se tomó de la documentación de su sistema integrado de gestión, de las lecciones aprendidas y de la situación

actual de la compañía en cuanto a la dinámica en la ejecución de los proyectos y servicios.

En cuanto a la investigación descriptiva, corresponde al tipo de indagación que puntualiza de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. En este tipo de investigación los investigadores recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan en forma minuciosa los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento (Meyer y Van Dalen, 1978).

Las características de una investigación descriptiva son las siguientes:

- Se examinan las características del problema.
  
- Se eligen las fuentes para elaborar el marco teórico.
  
- Se establecen categorías precisas, que se adecúen al propósito del estudio y permitan poner de manifiesto las semejanzas, las diferencias y las relaciones significativas.
  
- Se llevan a cabo observaciones objetivas y exactas.
  
- Permite identificar las características del evento de estudio.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo también es de tipo descriptivo pues describe la situación actual de la compañía SIMAC S. A. S. con respecto a la gestión de los equipos de ingeniería que desarrollan los servicios y los proyectos. De igual manera, se describen los conceptos generales de lo que es un modelo de gestión y las características de diferentes tipos de los mismos, como los de gestión de equipos de alto desempeño, de gestión humana y de gestión del conocimiento; además, se describen las características y los componentes de la inteligencia distribuida que pueden aportar a la generación de una propuesta de un modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S.

Para alcanzar el objetivo general se plantearon cinco objetivos específicos; el primero se basó en analizar los elementos conceptuales de los modelos de gestión de equipos que desarrollan proyectos en empresas de ingeniería y desarrollo de software. Para el logro de este objetivo se llevó a cabo una investigación sobre los modelos de gestión de las empresas de tecnología más importantes en el mundo y que, a la vez, tuvieran una similitud con la estructura de la compañía SIMAC S. A. S. Entre ellas empresas se encontraban Cisco, Facebook, Apple y Google. El acceso a la información sobre los modelos de gestión de equipos de ingeniería de las tres primeras no fue posible obtenerlo para el proceso investigativo. Solo se tuvo acceso a la información del modelo de gestión de equipos de ingeniería de la empresa Google a través del libro “The Google model” de Annika Steiber.

Mediante dicha referencia bibliográfica y el estudio cuidadoso de los demás libros y documentos que se citan en la lista respectiva se pudo identificar el modelo de gestión de equipos que aplica la empresa Google y de este modo se analizaron los elementos que aportan a la problemática de la compañía SIMAC S. A. S. con el fin de implementarlos en la propuesta del modelo de gestión que responde al objetivo general del trabajo.

El segundo objetivo específico consistió en realizar un análisis de los elementos conceptuales de la inteligencia distribuida desde la perspectiva de la gestión de los equipos de alto desempeño. Para este fin se realizó una investigación descriptiva sobre los conceptos fundamentales del paradigma de la inteligencia distribuida y cómo aportaban los mismos a la propuesta de un modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. Se hizo una investigación sobre los atributos de la inteligencia distribuida, el concepto de holarquía y cómo se aplica en los equipos de ingeniería; además, se estudiaron a fondo el concepto de holón, sus características y sus atributos en un entorno de cooperación. En último lugar se llevó a cabo un análisis para determinar la relación entre los componentes del paradigma de la inteligencia distribuida y los modelos de gestión de conocimiento, recurso humano y equipos de alto desempeño con el fin de establecer su aplicación en la gestión de los equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S.

El tercer objetivo se fundamentó en realizar un análisis de la actualidad, los antecedentes y el comportamiento de los equipos de ingeniería que desarrollan los

proyectos en la compañía estudiada. Para este fin se llevó a cabo una investigación cualitativa. De igual manera, se contó con toda la información histórica de la compañía en los aspectos técnicos, contables y financieros. Para la información técnica se realizó un estudio de toda la información documentada en los proyectos y servicios realizados durante los últimos cinco años, así como con todos los procedimientos, indicadores de gestión y lecciones aprendidas consignadas en el sistema de gestión de calidad. En la investigación se encontraron datos significativos sobre crecimiento en el número de proyectos y servicios que la compañía desarrolla, la gestión de los equipos que se lleva en la actualidad y los resultados obtenidos en materia de cumplimiento y rentabilidad durante los últimos años. De modo similar, con el análisis se pudo determinar la problemática de la compañía en cuanto a la gestión de los equipos de ingeniería que desarrollan los proyectos y los servicios y la falta de eficiencia y eficacia en los mismos.

El cuarto objetivo se basó en identificar el modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. que integrara los elementos clave de un modelo de gestión de equipos de alto desempeño y los atributos del paradigma de la inteligencia distribuida. Para la solución de este objetivo se llevó a cabo una investigación descriptiva cualitativa, para lo cual se propuso un modelo gestión que integró los componentes más significativos de los modelos de gestión antes investigados, los componentes de la inteligencia distribuida que aportaban a la problemática y los indicadores de gestión más adecuados para la correcta gestión de los equipos de ingeniería, y, a la vez, consideraciones para la selección del

personal, el entrenamiento, la transferencia de conocimiento, la promoción, la evaluación del desempeño y la supervisión.

El quinto y último objetivo consistió en proponer las herramientas tecnológicas para soportar el modelo de gestión propuesto. Para su cumplimiento se hizo una investigación de las herramientas más adecuadas para el efecto en cuanto a la gestión y planeación de los recursos y a la planeación de actividades, la creación de equipos de trabajo y la comunicación entre los miembros de los equipos de ingeniería. Entre las herramientas estudiadas se encontraron aplicaciones como *Primavera Project Planner, CRMS, Teamwork, Crashplan, Trello* y *Microsoft Project online*, entre otros. De acuerdo con el modelo de gestión propuesto, con sus características y con su estructura, se propusieron las herramientas *Microsoft Project online* y *Trello*, debido a que respondían a la necesidad de la gestión de los recursos, la creación de equipos y la asignación de tareas, además de la planeación de actividades, el entrenamiento y la transferencia de conocimiento.

Con los análisis realizados para obtener los objetivos propuestos y mediante la investigación descriptiva desarrollada en forma general se respondió la pregunta planteada en los inicios por medio de la propuesta del modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S., con el fin de mejorar la eficiencia y la eficacia en los servicios y proyectos de desarrollo.

## 4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS DE LA ACTUALIDAD, LOS ANTECEDENTES Y EL COMPORTAMIENTO DEL PROCESO TÉCNICO DE LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.

Para desarrollar el análisis de la actualidad y del comportamiento del proceso técnico de la compañía SIMAC S. A. S. se tomarán datos históricos en cuanto a la evolución de la empresa en lo que tiene que ver con el crecimiento en personas que hacen parte del proceso técnico, las ventas generadas a lo largo del tiempo por dicho departamento, el modelo de gestión desarrollado, su evolución, los indicadores de gestión aplicados en el período estudiado, los niveles de deserción, rotación y permanencia de personal y las características de los individuos que hacen parte del proceso. El análisis se llevó a cabo con la información de los últimos ocho años de los datos contables, financieros y técnicos de la compañía.

SIMAC S. A. S. es una empresa familiar, colombiana, ubicada en el área metropolitana de Medellín. Fue creada en el año 1995 y se dedica a realizar desarrollos de ingeniería, proyectos y servicios en el ámbito de la automatización de los sectores industrial y eléctrico, la gestión y el uso eficiente de la energía y la integración de la información. (SIMAC S. A. S., 2014).

El proceso técnico de la compañía constituye la columna vertebral y la razón de ser del negocio. En la medida en que la compañía ha ido creciendo, tanto en personal como en proyectos, la gestión de las personas que los desarrollan ha llegado a ser cada vez más compleja, al considerar que las actividades las desarrollan individuos con alto grado de conocimiento y que, además, se ejecutan numerosos proyectos y servicios al mismo tiempo. En la actualidad, la gestión de los equipos de la compañía no ha generado los resultados esperados en cuanto a eficacia y eficiencia, evidencia de lo cual es que se han comprobado dificultades en cuanto los siguientes aspectos:

- La programación de las actividades que desarrollan los equipos.
  
- El reporte de tiempo utilizado en un proyecto o servicio.
  
- Los indicadores de productividad no superan el 60% en cuanto al rendimiento del grupo de trabajo.
  
- Los problemas en asumir la responsabilidad en cuanto a las dificultades para realizar una actividad o un servicio determinado, lo que hace referencia a inconvenientes tales como si un recurso sí era el idóneo para realizar una actividad, o casos en los que un recurso pudo haber sido más productivo si hubiera estado asignado a otra actividad o a otro equipo de trabajo.

- Las precedencias o los requerimientos básicos para realizar una actividad no estaban listos, lo que ocasionaba pérdida de tiempo.
- Los requerimientos del cliente no se entendían con claridad y las actividades se comenzaban a realizar sin tener el requerimiento ciento por ciento definido, lo que generaba reprocesos y mayores tiempos de ejecución.
- La documentación no se levantaba durante la ejecución de las tareas, por lo que en ocasiones los tiempos de ejecución de esta tarea eran más prolongados pues el recurso debía recordar qué hizo en el pasado.
- No se hacía una evaluación de los riesgos (financieros, técnicos, ambientales, etc.) de las actividades, proyectos y servicios que se ejecutaban.
- No se definía con claridad la duración de las tareas.
- Dificultades para realizar varias tareas de manera simultánea.

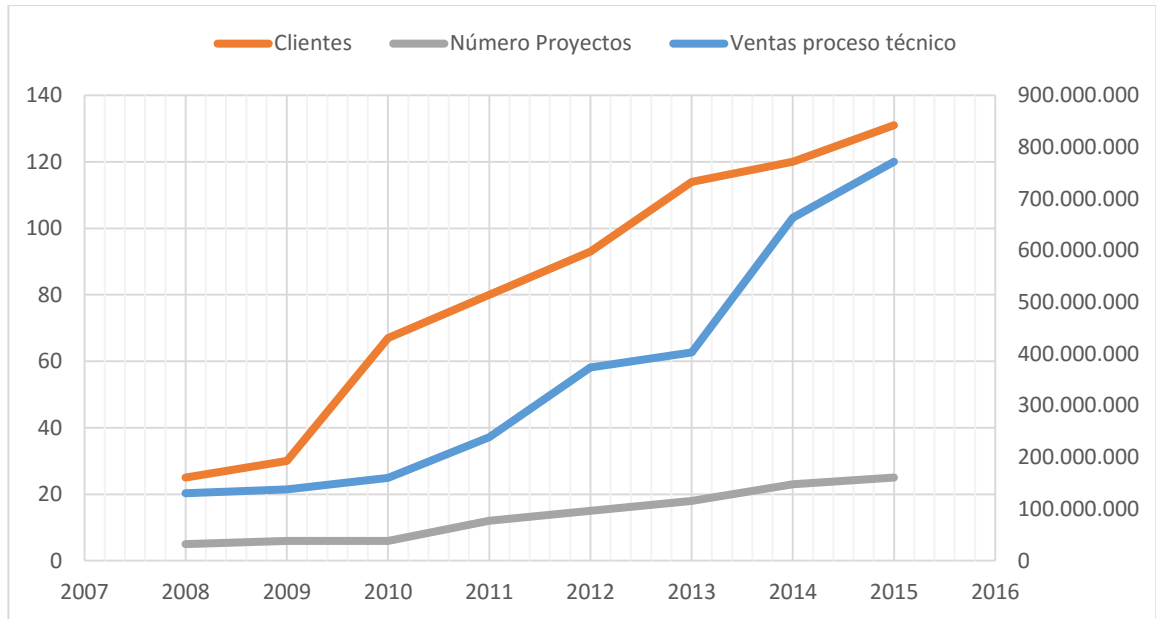
Tabla 4. Evolución histórica del personal, el proceso técnico, las ventas, los clientes y el número de proyectos

<b>Año</b>	<b>Número de personas en proceso técnico</b>	<b>Ventas en proceso técnico (servicios, proyectos)</b>	<b>Clientes</b>	<b>Número de proyectos</b>	<b>Número de servicios</b>
<b>2008</b>	4	130.212.965	25	5	10
<b>2009</b>	4	137.873.369	30	6	25
<b>2010</b>	5	160.384.760	67	6	45
<b>2011</b>	6	238.525.126	80	12	84
<b>2012</b>	7	373.720.629	93	15	115
<b>2013</b>	8	402.839.992	114	18	145
<b>2014</b>	9	663.587.601	120	23	167
<b>2015</b>	11	771.520.423	131	28	192

Fuente: SIMAC S. A. S. (2015a)

Gráfica 1 Tendencias de crecimiento en clientes, proyectos y ventas de SIMAC S.

A. S.



Fuente: elaboración propia

A pesar de que las ventas del departamento técnico han incrementado en el tiempo y, a su vez, el número de personas que hacen parte del mismo, es de resaltar que el control, la supervisión, la asignación de recursos, las reglas de trabajo y la medición del proceso no se ha realizado de la manera más adecuada, pues a través del tiempo se ha incrementado el incumplimiento en lo que tiene que ver con las entregas hacia los clientes, las duraciones de las actividades y la asignación de los recursos no se ha realizado con criterios de competencias y objetivos claros. A lo largo del período el número de clientes de la compañía ha aumentado a una tasa considerable entre los años 2008 y 2015, lo que hace que la estructura interna tenga

la necesidad de implementar herramientas que permitan un mejor control de los recursos de la misma.

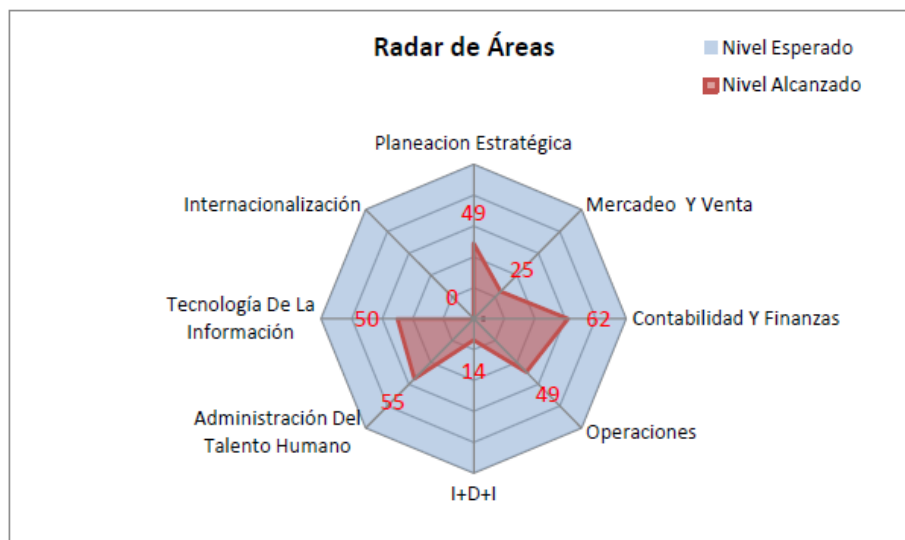
Al observar el número de proyectos ejecutados por año, la compañía ha pasado de realizar cinco de ellos a 28, y, a su vez, el número de servicios a través del tiempo ha incrementado de 10 a 192 anuales. El inconveniente del control de los proyectos y servicios es que muchos se ejecutan de manera simultánea y algunos tienen recursos compartidos, es decir, una persona del equipo técnico puede tener asignadas tareas de varios proyectos y diversos servicios al mismo tiempo, lo que dificulta el control y la ejecución de las tareas, pues, a medida que se ejecutan más actividades en simultánea para varios clientes, se hace más compleja la gestión de los equipos.

SIMAC S. A. S. es una compañía en la que el conocimiento es el eje fundamental del negocio, para en este tipo de empresas la gestión del recurso humano y la permanencia de las personas es clave para el éxito, el crecimiento y la sostenibilidad en el tiempo. En cuanto a la permanencia de las personas que hacen parte del proceso técnico de la empresa, es de resaltar que durante los últimos cinco años han renunciado a la compañía solo tres personas, lo que demuestra estabilidad y mejoras en las condiciones de trabajo que explican la baja deserción. Entre las mejoras en las condiciones de trabajo se encuentran el progreso continuo en el clima laboral, las condiciones salariales y los incentivos por participación en proyectos, entre otras. Para los años de 2008 a 2011 la rotación del personal era

elevada y una persona que hacía parte del departamento técnico de la empresa permanecía vinculada entre alrededor de uno y dos años, lo que dificultaba la curva de aprendizaje y el entrenamiento en el modelo de negocio.

A la compañía SIMAC S. A. S. se le hicieron varias intervenciones en cuanto a consultoría para la mejora de sus procesos internos por parte de ACOPI en los años 2009 y 2012. Entre los resultados más relevantes están los siguientes:

Gráfica 2. Diagnóstico realizado por ACOPI en el año 2009



Fuente: ACOPI (2009)

Las áreas más débiles que se encontraron en el diagnóstico realizado el año 2009 fueron las de internacionalización, mercadeo y ventas, I+D+i, operaciones y administración del talento humano.

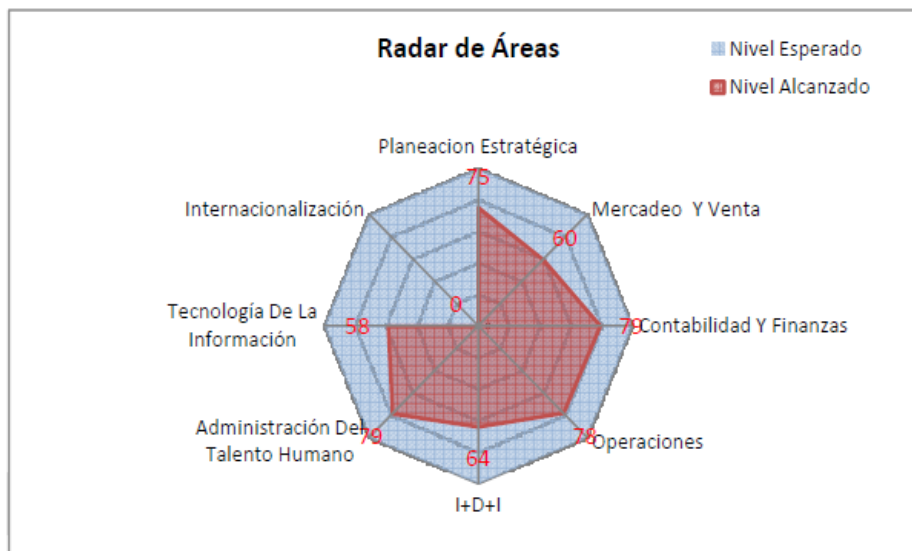
De acuerdo con el diagnóstico realizado por ACOPI en el año 2009, la compañía implementó las siguientes acciones en las áreas encontradas:

- Internacionalización: la compañía no ejecutó acciones en este asunto, pues no era un objetivo ni una visión para los siguientes años.
- Tecnología de información: la compañía implementó un CRM con el fin de garantizar la trazabilidad en los procesos y mantener la información actualizada en tiempo real.
- Administración del talento humano: se implementó un sistema salarial variable y se mejoraron las condiciones de remuneración de la gran mayoría de las personas; también se designó una persona para la administración del clima y la cultura laboral con el fin de garantizar un buen ambiente de trabajo para todos los colaboradores.
- Mercadeo y ventas: al momento del diagnóstico la compañía no tenía un departamento comercial establecido; como resultado de las recomendaciones se estructuró la respectiva dependencia con el fin de ofrecer los productos y servicios a mayor cantidad de clientes y, a su vez, de incrementar el número de proyectos y servicios para los siguientes años.

- Operaciones: se estableció una oficina de proyectos y se implementaron acciones recomendadas por el Project Management Institute (PMI) para la gestión de las actividades y las tareas asignadas al personal.
- I+D+i: la compañía comenzó a desarrollar proyectos de investigación y desarrollo de la mano de Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia.

En el año 2012 la compañía SIMAC S. A. S. recibió una nueva intervención por parte de ACOPI que arrojó los siguientes resultados:

Gráfica 3. Diagnóstico realizado por ACOPI en el año 2012



Fuente: ACOPI (2012)

El diagnóstico para el año 2012 muestra una mejora del nivel deseado en relación con el diagnóstico realizado por la misma entidad en el año 2009. De igual manera,

en el proceso técnico (que en la figura se denomina operaciones) se siguen evidenciando ineficiencias en cuanto a la gestión de los recursos por la cantidad de proyectos y servicios que se ejecutan de manera simultánea.

En la actualidad, el proceso técnico de SIMAC S. A. S. cuenta con 11 personas con competencias en desarrollos de ingeniería en los ámbitos de automatización industrial, gestión energética e integración de la información. Las personas que conforman este departamento poseen un alto grado de conocimiento en las áreas mencionadas y a través del desarrollo de los proyectos y servicios el conocimiento va evolucionando, lo que hace de las mismas un elemento clave para el éxito del negocio. Ellas conforman equipos para desarrollar proyectos y servicios de cara a los clientes y, a su vez, los equipos se consideran de alto desempeño pues están conformados por actores inteligentes que operan procesos complejos y de alto grado de conocimiento.

Durante los años 2009 a 2011 (SIMAC S. A. S., 2015b) el control que se realizaba al interior de la compañía para el proceso técnico era mínimo, debido a que las actividades y desarrollos del proceso lo elaboraban solo entre cuatro y seis personas y, fuera de ello, solo se ejecutaban entre cinco y diez proyectos al año, además de los servicios. A partir del año 2012 el equipo técnico comenzó a crecer, lo mismo que la demanda de proyectos y servicios. A partir de dicho año, la compañía implementó un sistema de gestión para los proyectos y servicios de acuerdo con los estándares y las estructuras planteadas por el PMI y por los

procesos de gestión de la calidad, de modo específico los determinados en la norma ISO 9001. De acuerdo con el sistema de gestión de calidad de la empresa (SIMAC S. A. S., 2015b), los indicadores de gestión de los equipos de ingeniería del proceso técnico desde 2012 hasta la fecha han sufrido modificaciones y en la actualidad están basados en mediciones de productividad (número de horas efectivas que se convierten en dinero) y de cumplimiento de meta (meta de ventas/ventas reales). La historia de los indicadores de gestión desde el año 2012 es la siguiente:

Indicadores de gestión del proceso técnico para los años 2012 y 2013:

- Indicador de eficacia en proyectos: consistía en establecer la relación entre la sumatoria de desviación de tiempo por proyecto en período y el número de proyectos.
  
- Indicador de eficacia en servicios: consistía en establecer la relación entre la sumatoria de los servicios en que la diferencia entre la fecha de aprobación y la fecha de ejecución fuera menor a 20 días.
  
- Participación en proyectos y servicios: consistía en establecer la relación entre la facturación del personal en ingeniería y servicios y el costo respectivo.

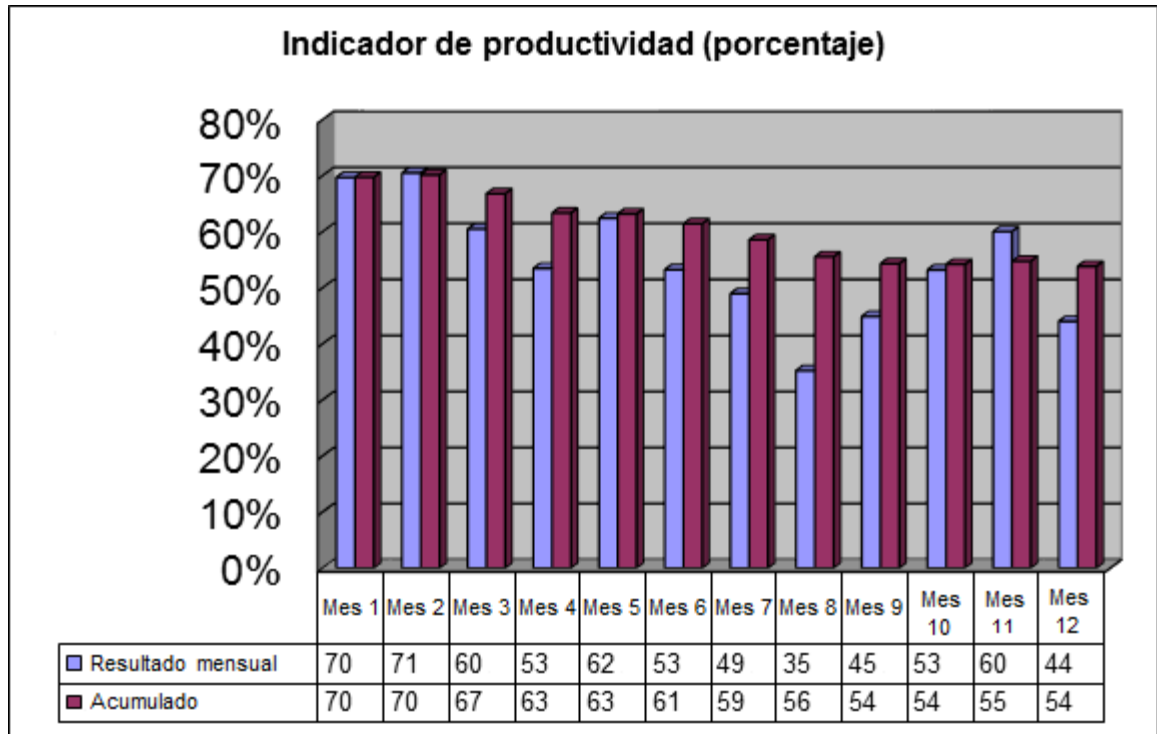
Indicadores de gestión del proceso técnico para el año 2014:

- Cumplimiento de meta: consistía en establecer la relación entre la facturación del personal en ingeniería y servicios y la meta de ventas del departamento técnico.
- Indicador de eficiencia en ejecución: consistía en establecer la relación entre la facturación del personal en ingeniería y servicios y el costo respectivo.

Los indicadores de gestión del proceso técnico actuales son:

- Indicador de rendimiento: relación entre el costo del personal y las ventas generadas por el departamento técnico.
- Indicador de productividad: porcentaje de horas trabajadas que se convierten en ventas, es decir, las horas facturables del proceso técnico.
- Cumplimiento de meta: relación entre la facturación del personal en ingeniería y servicios y la meta de ventas del departamento técnico.

Gráfica 4. Resultados de los Indicadores de gestión de productividad para el año 2015



Fuente: SIMAC S. A. S. (2015b)

De acuerdo con lo anterior, el indicador de gestión de productividad está en promedio en el 55%, lo que indica que, también en promedio, la mitad del tiempo laborado se convierte en ventas, o lo que es lo mismo, el departamento técnico solo factura la mitad de lo que podría facturar. De igual manera, los indicadores de gestión implementados por la empresa para evaluar el desempeño del proceso técnico están fundamentados en las ventas, pero no existe un modelo de gestión de equipos de ingeniería que sea ágil y práctico y que permita que las personas que

ejecutan los proyectos y los servicios cumplan los objetivos de la organización como un todo.

Cada una de las personas que conforman los equipos de ingeniería de la compañía tiene atributos y conocimientos que no se han aprovechado de la mejor manera posible porque no existen los elementos para que la inteligencia que cada uno posee sea distribuida en cada uno de los equipos en beneficio de la organización.

En la organización existen personas (actores) que desarrollan diferentes proyectos y servicios de manera simultánea, pero cada una actúa como un ente aislado y no existe una conexión entre los proyectos, los servicios y las necesidades de los mismos, por lo que uno o varios actores que, de acuerdo con su conocimiento podrían apoyar a otros, no lo hacen porque no existen los mecanismos ni la visión de apreciar la organización y sus necesidades como un todo.

De acuerdo con el diagnóstico anterior, con las estructuras cambiantes del mercado y con la necesidad que tiene la compañía de mejorar en la ejecución de los proyectos y servicios que desarrolla, es imperioso desarrollar un modelo de gestión distinto a lo convencional que permita compensar la complejidad del sistema para de esta manera incrementar la eficacia y la eficiencia en la ejecución de los mismos y, a la vez, generar mayor valor a la empresa; para este fin se propuso un modelo de gestión de equipos de ingeniería que integre los elementos de los modelos de gestión de empresas con alto grado de complejidad en sus procesos, que para el

caso del presente trabajo fueron los elementos y componentes de la inteligencia distribuida, en conjunto con los modelos de gestión de equipos de alto desempeño, del conocimiento, del recurso humano, de proyectos y de empresas de tecnología.

#### 4.2 MODELOS DE GESTIÓN QUE APORTAN A LA GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA DE LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.

Con el fin de desarrollar una propuesta adecuada del modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S., basado en los conceptos fundamentales de la inteligencia distribuida, se analizaron los componentes, las similitudes y los aportes que generan a la problemática los modelos de gestión de equipos de alto desempeño, del conocimiento, del recurso humano y de equipos de Google y los componentes básicos del paradigma de la inteligencia distribuida.

A continuación se presenta una tabla con los aportes de cada modelo y su respectiva aplicación.

Tabla 5. Modelos de gestión que aportan a la gestión de equipos de ingeniería de la compañía SIMAC S. A. S.

<b>Modelos de gestión que aportan a la problemática</b>	<b>Autor</b>	<b>Aporte</b>	<b>Aplicación para la gestión de equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.</b>
<b>Gestión del conocimiento</b>	Nonaka y Takeuchi (1999)	Proponen un proceso de socialización (de tácito a tácito) en el que los individuos adquieren nuevos conocimientos en forma directa de otros a partir de compartir experiencias, el aprendizaje de nuevas habilidades mediante la capacitación por medio de la observación, la imitación y la práctica	Entrenamientos periódicos en conocimiento adquiridos en los proyectos que se están o se han ejecutado  Componentes práctico y teórico

Tabla 5. (Continuación)

Modelos de gestión que aportan a la problemática	Autor	Aporte	Aplicación para la gestión de equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.
<p><b>Gestión del conocimiento</b></p>	<p>Edvinsson y Malone (1999)</p>	<p>Proponen que el adecuado desempeño depende de la gestión del capital humano, el estructural y el relacional</p>	<p>*Identificación de competencias básicas distintivas</p> <p>*Competencias personales</p> <p>*Competencias organizativas</p> <p>*Competencias tecnológicas</p> <p>*Competencias relacionales</p>

Tabla 5. (Continuación)

<b>Modelos de gestión que aportan a la problemática</b>	<b>Autor</b>	<b>Aporte</b>	<b>Aplicación para la gestión de equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.</b>
<b>Gestión de equipos de alto desempeño</b>	Borrell (2004)	<p>Propone que para conformar un equipo e impulsarlo al alto desempeño se requiere no solo la presencia de personas competentes en el sentido técnico (con habilidades laborales), sino que también se tienen que presentar ciertas competencias diferenciadoras, Esto se denomina 'factores humanos' y tienen directa relación con el 'cómo se hacen las cosas' y 'cómo se perciben y relacionan los miembros del equipo</p>	<p>*Identificación de los factores humanos requeridos para integrar los equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.</p>

Tabla 5. (Continuación)

<b>Modelos de gestión que aportan a la problemática</b>	<b>Autor</b>	<b>Aporte</b>	<b>Aplicación para la gestión de equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.</b>
<b>Gestión de equipos de alto desempeño</b>	Araneda Chaparro, Cordero Mattei y Landaeta Farizo (2006)	Proponen una disciplina que hace referencia al aprendizaje en equipo, es decir, los saberes individuales deben contribuir a la formación sinérgica de un saber colectivo de la organización que, a su vez, mejore y haga más eficaz a la misma, es decir, la inteligencia distribuida con el fin de conformar un saber colectivo	*Aprendizaje en equipo y estructuras de conocimiento

Tabla 5. (Continuación)

<b>Modelos de gestión que aportan a la problemática</b>	<b>Autor</b>	<b>Aporte</b>	<b>Aplicación para la gestión de equipos de ingeniería de SIMAC S. A. S.</b>
<b>Gestión del recurso humano</b>	Tamayo Salamanca, Del Río Cortina y García Ríos (2014)	Proponen una relación entre el desarrollo humano, las condiciones de trabajo y la productividad	*Autonomía *Tiempo, espacio, calidad y cantidad *Salud y bienestar del trabajador

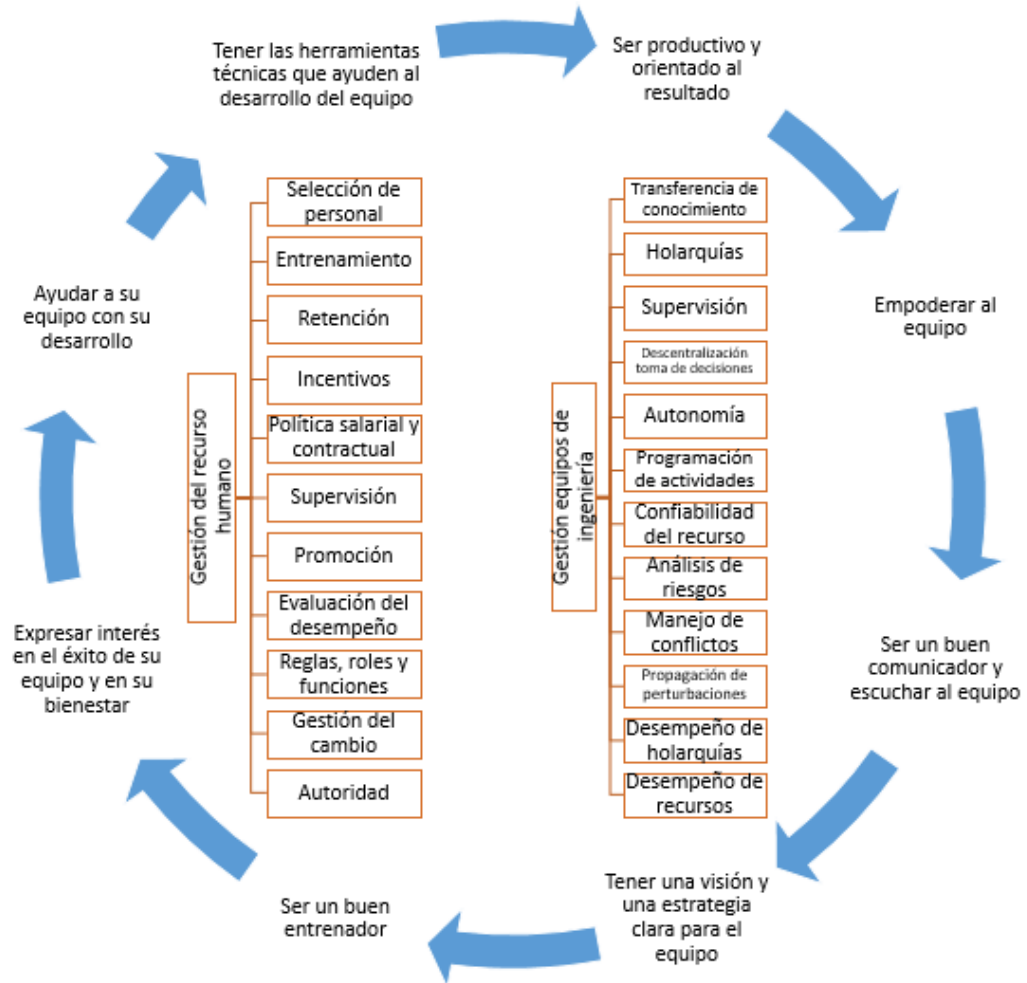
Fuente: elaboración propia

#### 4.3 MODELO PROPUESTO DE GESTIÓN DE EQUIPOS DE INGENIERÍA PARA LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.

La propuesta del modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. considera los conceptos fundamentales de la inteligencia distribuida, las similitudes y los aportes que generan a la problemática los modelos de gestión de equipos de alto desempeño, del conocimiento, del recurso humano y de gestión de equipos de Google y los componentes básicos del paradigma de la inteligencia distribuida.

De acuerdo con las tablas 1 y 3, los modelos de gestión antes mencionados tienen relación con los elementos básicos de la inteligencia distribuida en algún o algunos componentes, lo que garantiza que el modelo de gestión propuesto está fundamentado en la integración de los componentes de la inteligencia distribuida con los aportes de cada modelo a la problemática en cuestión. El modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S. se ilustra a continuación.

Figura 13. Modelo propuesto de gestión equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S.



Fuente: elaboración propia

A continuación se detallan los componentes del modelo propuesto.

#### 4.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL MODELO

Desde el punto de vista de la gestión humana, el modelo de gestión propuesto se enfocará en los siguientes componentes:

- Selección de personal
- Entrenamiento
- Retención
- Incentivos
- Política salarial y contractual
- Supervisión desde la perspectiva de la gestión del recurso humano
- Promoción
- Evaluación del desempeño
- Reglas, roles y funciones
- Gestión del cambio
- Autoridad

Desde el punto de vista de la gestión de equipos de alto desempeño, el modelo de gestión propuesto se enfocará en los siguientes componentes:

- Transferencia tecnológica desde la perspectiva de la gestión del conocimiento
- Formación de holarquías (equipos de trabajo) en la ejecución de proyectos, servicios y actividades
- Supervisión desde el punto de vista de la gestión de equipos de alto desempeño
- Descentralización en la toma de decisiones
- Autonomía en los equipos de trabajo y sus miembros
- Programación de actividades
- Confiabilidad del recurso
- Análisis de riesgos
- Manejo de conflictos
- Esquema de propagación de las perturbaciones
- Medición del desempeño de holarquías (equipos de trabajo)
- Medición del desempeño de los recursos que interactúan entre holarquías

Los componentes antes mencionados estarán soportados por los ocho buenos hábitos de los grandes líderes aportados por los modelos de gestión de equipos de Google.

#### 4.3.2 COMPONENTES DEL MODELO PROPUESTO DE GESTION DE EQUIPOS DE INGENIERÍA PARA LA COMPAÑÍA SIMAC S. A. S.

##### - SELECCIÓN DE PERSONAL:

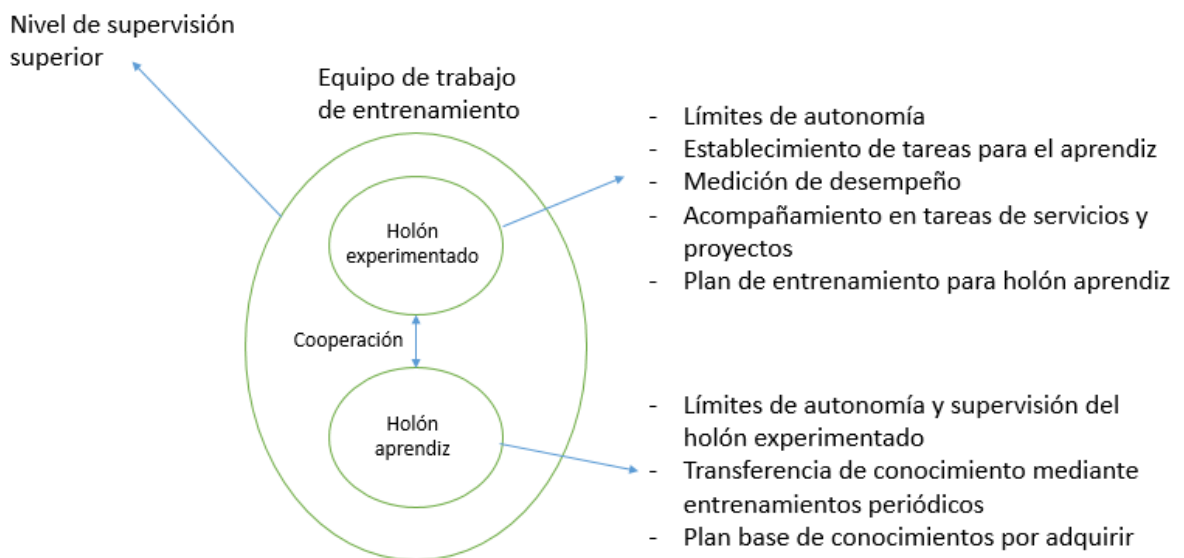
Para la selección del personal que hará parte del proceso técnico de la compañía se propone realizar una evaluación psicotécnica que valore los siguientes aspectos de los recursos por contratar.

- Autonomía: atributo correspondiente a la capacidad que tiene el candidato para solucionar los problemas que se le presenten en una situación determinada sin tener que buscar ayuda de sus superiores.
- Cooperación: evaluación de la competencia de la habilidad para trabajar en equipo.
- Reactividad: habilidad para sopesar y sobresalir de las perturbaciones en una situación determinada.
- Proactividad: capacidad de anticiparse a situaciones adversas que puedan generar un inconveniente posterior. Iniciativa.

## - ENTRENAMIENTO Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO:

Para el entrenamiento del personal que ingrese al equipo técnico se propone la creación de la siguiente holarquía:

Figura 14. Holarquías de entrenamiento

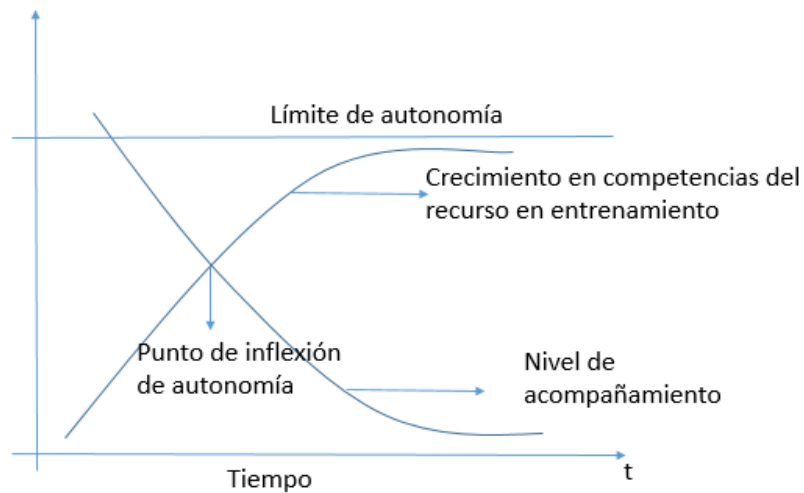


Fuente: elaboración propia

Con el fin de que el personal que ingrese al departamento técnico de la compañía tenga un adecuado entrenamiento, ha de tener un acompañamiento de los recursos más experimentados con el fin de establecer la curva de aprendizaje de este recurso y permitir el fortalecimiento de las competencias técnicas que requieren adquirir los miembros del equipo de ingeniería. Lo anterior permitirá que los atributos de un recurso y el conocimiento adquirido con anterioridad por otro recurso experimentado

sea transferido en un tiempo límite. La curva de aprendizaje propuesta se observa en la siguiente figura:

Figura 15. Curva de aprendizaje del nivel de entrenamiento



Fuente: elaboración propia

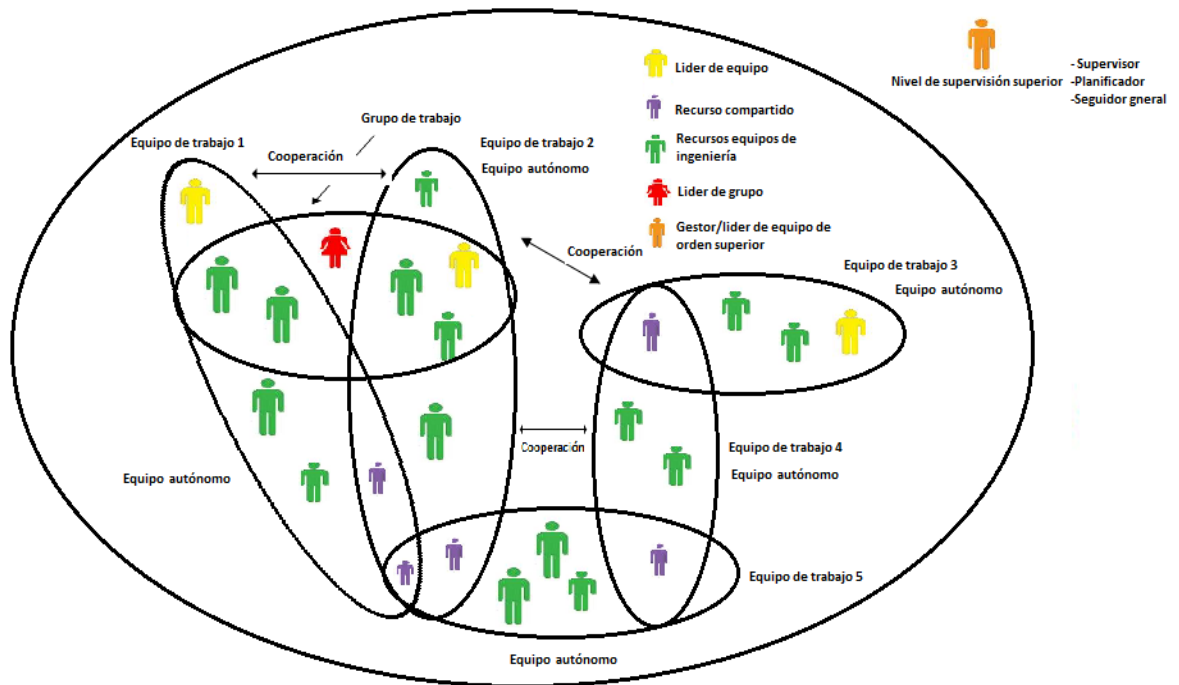
El punto de inflexión de autonomía mostrado en la gráfica también corresponde al umbral de “período de prueba” de la persona que está en esta curva de entrenamiento, lo que garantiza que después de este punto dicho recurso ya tiene un conocimiento mucho mayor, un nivel de competencias más desarrollado y un nivel de autonomía superior.

## - RETENCIÓN, INCENTIVO, POLÍTICA SALARIAL Y CONTRACTUAL

Para la retención del personal se propone continuar con el esquema de manejo del buen clima laboral a través de la administración de un recurso dispuesto para tal fin. De igual manera, el aspecto económico es de vital importancia para la permanencia del recurso; por lo tanto, se propone desarrollar una escala salarial con incrementos de acuerdo con el nivel de conocimiento y la competencia de cada recurso y, a su vez, bonificaciones económicas y académicas por la participación y el éxito de los proyectos y servicios desarrollados. Desde el punto de vista contractual, todos los integrantes del equipo técnico se vincularán a la compañía con contratos a término indefinido para garantizar su estabilidad laboral.

- HOLARQUÍAS EN LOS EQUIPOS DE INGENIERÍA, SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO

Figura 16. Estructura de equipos y grupos de ingeniería



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el esquema propuesto, en la gráfica anterior se definen en el esquema dos estructuras de trabajo que se diferencian simplemente por claridad semántica:

GRUPOS DE TRABAJO: estructuras fijas en el tiempo y que no tienen modificación continua. Responden por los aspectos fijos de la organización como la autoridad, el organigrama, etc.

EQUIPOS DE TRABAJO: estructuras flexibles que se pueden modificar de modo permanente en el tiempo. Pueden existir hoy pero mañana no.

Debido a la cantidad de proyectos y servicios en simultánea es necesario que existan recursos compartidos entre los equipos de trabajo. Cada uno de ellos tendrá un líder del equipo y, a su vez, un número de recursos para desarrollar las actividades para las cuales dicho equipo se formó.

- Funciones y roles del líder de equipo: el líder de equipo es quien responde a nivel superior por el cumplimiento del alcance de las actividades para las cuales se formó el equipo. De igual manera, es quien establece los mecanismos de cooperación entre los recursos compartidos de un equipo a otro y, además, evalúa el rendimiento del equipo y de los recursos que hacen parte del mismo.
- Funciones y roles del líder de equipo del nivel de supervisión superior: el líder de nivel superior desempeña las funciones de supervisor y planificador en forma general; es un recurso experimentado que tiene la visión y el estado de las actividades de cada equipo que se haya estructurado con anterioridad. Establece las prioridades de las tareas y los recursos y define los mecanismos

de cooperación y descentralización de toma de decisiones hacia los niveles inferiores a través de los líderes de los equipos. Evalúa el desempeño de los equipos de manera general. De igual manera, el líder de orden superior determina y evalúa con los líderes de equipo la confiabilidad de los recursos que ejecutarán las tareas en lo que tiene que ver con la experiencia en proyectos anteriores y en las competencias que se requieren para el desarrollo de las actividades.

- Funciones y roles de los integrantes de los equipos de trabajo: para el caso del desarrollo de los proyectos, servicios y actividades en la compañía SIMAC, todos los integrantes de todos los equipos, ya sean líderes de equipos, recursos compartidos o un recursos que simplemente pertenecen a un equipo, son autosimilares, es decir, de acuerdo con los atributos de la inteligencia distribuida se establece que las características que tiene un holón (integrante de un equipo de ingeniería) las puede tener el conjunto de holones (integrantes de los equipos de ingeniería). Cada holón, sin importar el nivel de agregación, tiene objetivos, conocimiento, competencias y estado. Para el caso de los proyectos que desarrolla la compañía y por sus características se propone que los integrantes de dichos equipos tengan al menos uno de los siguientes roles con el fin de estandarizar el desarrollo de los proyectos y minimizar las ineficiencias:

- Ingeniero de diseño: es el encargado de la especificación de requerimientos del sistema de desarrollo, el modelamiento de la solución, la validación y la verificación.
- Ingeniero de proyectos: Se encarga del diseño de planos y del de listas de chequeo con el fin de validar y verificar el desarrollo elaborado y la puesta en marcha.
- Ingeniero de servicios: recurso disponible para servicios requeridos por los clientes.
- Auxiliar de ingeniería (aprendiz): su función es la realización de mapas de memoria, codificación y documentación.
- Ingeniero líder de proyectos: nivel de supervisión de los equipos de trabajo encargado de gestionar con niveles de supervisión superiores el manejo de conflictos y gestión de recursos.

### 4.3.3 INDICADORES DE GESTIÓN PROPUESTOS Y FACTORES CRÍTICOS DEL MODELO

Tabla 6. Indicadores de gestión para el modelo propuesto

Ítem	Nombre del indicador	Indicador	Observación
1	<b>Autonomía del equipo</b>	Número de intervenciones del líder de orden superior para con el líder del equipo o integrantes del equipo	Mientras menos exista interacción desde el nivel superior hacia el desempeño del equipo en mayor medida se puede decir que el equipo es autónomo
2	<b>Autonomía del recurso</b>	Número de decisiones acertadas por parte del recurso	Mientras más asertivo en la toma de decisiones sea el recurso en mayor medida se puede decir que el recurso es autónomo
3	<b>Propagación de perturbaciones (equipo y recurso)</b>	Número de intervenciones del supervisor de nivel superior (en forma abreviada: # Int. S.N.S.)	Mientras menos sean las intervenciones del supervisor de nivel superior, menos se propagarán los problemas entre los equipos de trabajo

Tabla 6. (Continuación)

Ítem	Nombre del indicador	Indicador	Observación
4	<b>Cumplimiento en tiempo de tareas</b>	Porcentaje de cumplimiento de tareas en tiempo	Corresponde al nivel de cumplimiento del recurso referente al tiempo planeado para la ejecución de una tarea
5	<b>Rentabilidad del recurso</b>	Ventas generadas por el recurso sobre el costo	Ventas generadas por el recurso de ingeniería sobre su costo
6	<b>Productividad del recurso</b>	Número de horas facturables/número de horas trabajadas	Corresponde al número de horas que se convierten en ventas sobre el número total de horas laboradas
7	<b>Número de proyectos en simultanea del recurso</b>	Número de de proyectos en ejecución	Este indicador muestra qué tan flexible puede ser un recurso, qué tanto puede aportar a los diferentes proyectos que se ejecuten en simultánea, la flexibilidad del recurso y su confiabilidad

Fuente: elaboración propia

#### 4.3.3.1 ESQUEMA DE PUNTOS NEGATIVOS Y PUNTOS POSITIVOS

Para complementar los indicadores de gestión propuestos se plantea un esquema de puntos negativos y puntos positivos con el fin de evaluar los atributos de cada recurso en el modelo de gestión. El sistema de puntos consiste en realizar una ponderación de las acciones correctas acerca de algunos conceptos del modelo (puntos positivos) y de las acciones incorrectas (puntos negativos). Este sistema está alineado con el concepto teórico del paradigma y genera consistencia en cuanto a qué tanto se acerca una persona a los atributos del modelo (autonomía, proactividad, reactividad, cooperación y autosimilitud).

El sistema de puntos propuesto se presenta a continuación:

Tabla 7. Esquema de puntos positivos y puntos negativos

Concepto	Calificación
Felicitaciones	1
Terminar las tareas en tiempo oportuno	
Proactividad (ir más allá, anticiparse a situaciones de riesgo, hacer algo que no se le pide y aporta, ir varios pasos adelante, iniciativa)	
Capacidad de tomar decisiones de manera autónoma y asertiva	

Tabla 7. (Continuación)

Concepto	Calificación
Respuesta oportuna a cualquier requerimiento (evalúa la reactividad)	
Innovación (ideas que aportan valor al mejoramiento de los procesos)	
Intervenciones por parte del supervisor	1
Incumplimientos internos	
Incumplimientos con clientes	
¿Se queda corto para resolver dificultades y deben ser escaladas?	
Incidentes en la ejecución.	
Suspensiones	
llamados de atención	

Fuente: elaboración propia

- Los ítems en verde corresponden a las acciones que el recurso lleva a cabo y se consideran puntos positivos y los que están en rojo se consideran puntos negativos. La propuesta con el plan de puntos es hacer las mediciones en un período y evaluar el desempeño del recurso con el número de puntos positivos versus el número de negativos.

Entre los factores críticos para el desarrollo del modelo se encuentran las siguientes situaciones que hacen parte de las características de los individuos partícipes de los equipos y los grupos de trabajo:

- Que el recurso no logre la autonomía necesaria: la autonomía es un atributo que se evalúa con la asertividad en la toma de decisiones, es decir, mientras más acertado sea el recurso en la toma de decisiones, más autónomo es. Para el modelo propuesto puede pasar que un recurso con experiencia en proyectos y con participación en muchos de ellos en la compañía, y a pesar de su trayectoria, no sea lo suficientemente asertivo en la toma de decisiones, lo que impide un adecuado funcionamiento del modelo propuesto.

- Que el recurso no cumpla los atributos del modelo: puede suceder que un recurso no satisfaga los de cooperación, autosimilaridad, autonomía, proactividad y reactividad. En este caso debe cambiarse e iniciar la fase de entrenamiento y transferencia de conocimiento con uno nuevo que sí cumpla los atributos antes expuestos.

- Que el recurso tenga sobrecarga en tareas puede generar ineficiencias y el incumplimiento de los tiempos planeados; además de lo anterior, un factor crítico para la estabilidad del modelo está en la sincronización entre los equipos de trabajo y la comunicación y la verificación de los requerimientos para la ejecución de una tarea por ejecutar.

#### 4.3.4 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS QUE SOPORTAN EL MODELO DE GESTIÓN PROPUESTO

##### - HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN Y PLANEACIÓN DE RECURSOS

Para el control de recursos en la ejecución de los proyectos que se desarrollan en simultánea se propone el planificador de recursos de la herramienta *Microsoft Project online*. Mediante ella se plantea realizar la planeación de los proyectos, la asignación de los recursos y la disponibilidad de los mismos; al ser una herramienta en línea, los líderes de equipo y los supervisores de orden superior tendrán acceso al estado de los proyectos y al de los recursos.

Figura 17. Planificación y supervisión de recursos

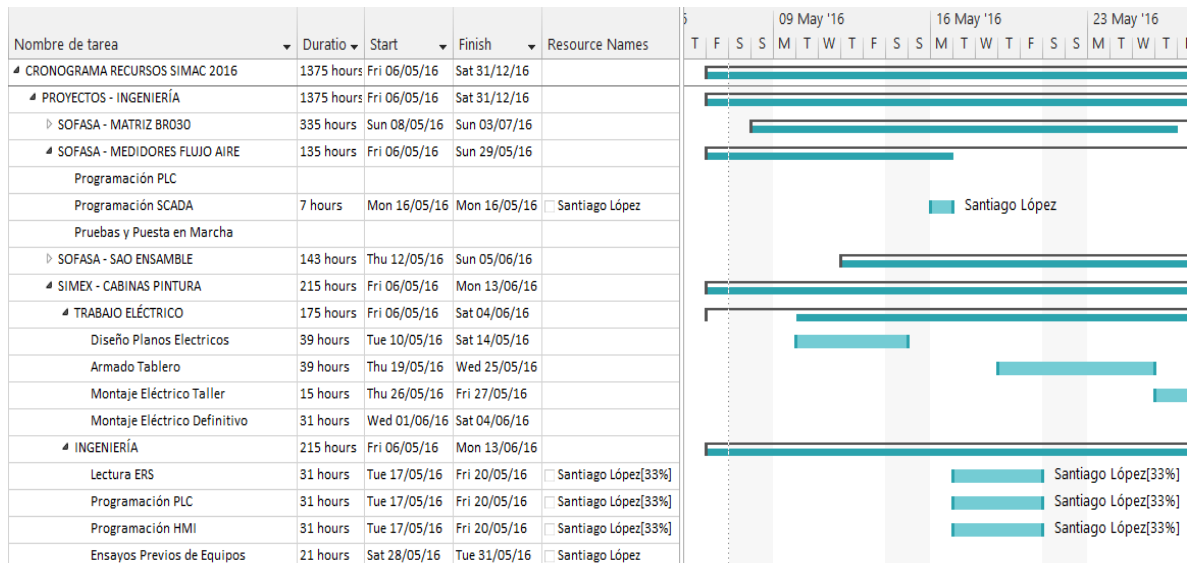
i	Nombre del recurso	Work	Ad	Details	16 May '16							
					F	S	S	M	T	W	T	
	▷ Unassigned	0 hours		Work								
	□ Alejandro Castaño	0 hours		Work								
	▲ □ David López	127 hours		Work	8h	8h	8h	8h	8h	8h	8h	8h
	Pruebas y Puesta en Marcha	127 hours		Work	8h	8h	8h	8h	8h	8h	8h	8h
⚠	▲ □ Juan Felipe Medina	48 hours		Work	6h	8h	8h	8h	8h	10h		
	Pruebas Proyecto	46 hours		Work	6h	8h	8h	8h	8h	8h		
	Scalance	2 hours		Work							2h	
⚠	▷ □ Santiago López	208,52 hours		Work	8h	8h	8h	12h	11,92h	7,92h	7,92h	
⚠	▷ □ Leonardo Restrepo	111 hours		Work	20h	20h	20h	8h	8h	10h	9h	
	▲ □ Andrés Gómez	32 hours		Work				8h	8h	8h	8h	
	Lista Chequeo Tableros PV	32 hours		Work				8h	8h	8h	8h	
⚠	▲ □ Carlos Cortés	48 hours		Work	6h	8h	8h	8h	8h	10h		
	Pruebas Proyecto	46 hours		Work	6h	8h	8h	8h	8h	8h		
	Scalance	2 hours		Work							2h	
	▷ □ Julian Ruiz	56 hours		Work	8h	8h	8h	8h	8h	8h	8h	
	□ William Padilla	0 hours		Work								
	▲ □ Diana Correa	52 hours		Work	4h	4h	4h	4h	4h	0h	0h	
👤	Programación SCADA	52 hours		Work	4h	4h	4h	4h	4h	0h	0h	
	▲ □ Julian Uribe	2,4 hours		Work								
	Escritura BD GRET	2,4 hours		Work								
	▲ □ Ivan Perez	6,6 hours		Work					1h			
	Escritura BD GRET	5,6 hours		Work								

Fuente: elaboración propia mediante utilización de *Microsoft Project online*

(Microsoft, 2014)

En la figura anterior se pueden observar la asignación de los recursos, el número de horas dedicadas una actividad de un proyecto en particular y su distribución en el tiempo. La herramienta permite la supervisión de los recursos y su reasignación de acuerdo con las prioridades y perturbaciones, así como su cumplimiento en cada una de las tareas asignadas.

Figura 18. Planificación y seguimiento de proyectos



Fuente: elaboración propia mediante utilización de *Microsoft Project online*

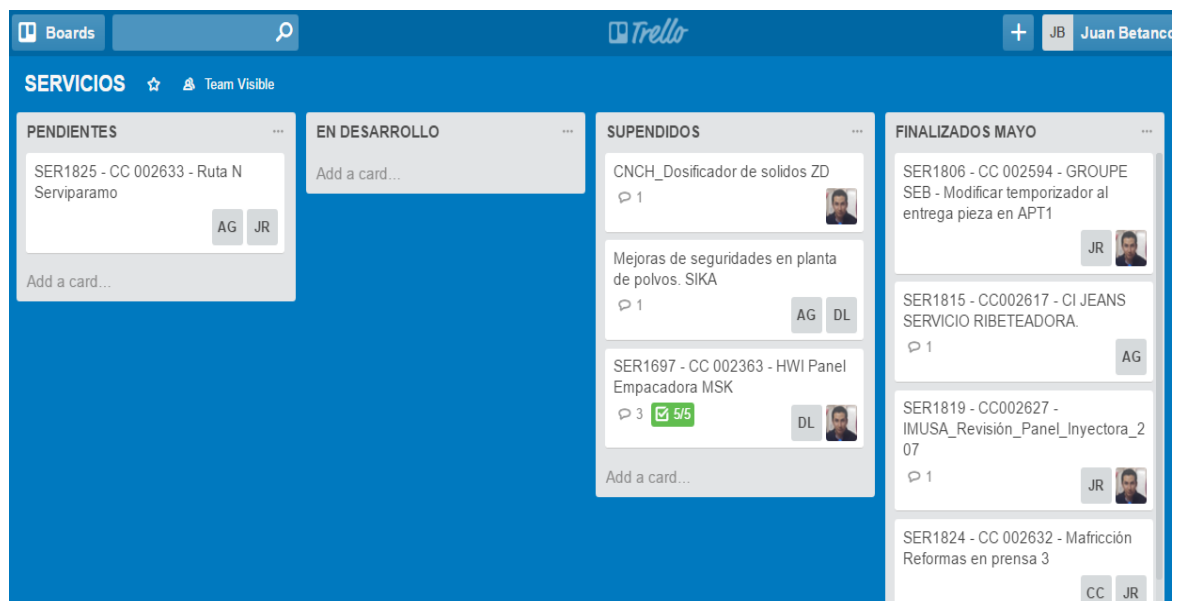
(Microsoft, 2014)

En la gráfica anterior se pueden los observar los proyectos en ejecución, las actividades asociadas con cada uno, los tiempos de ejecución y el recurso asignado para la misma.

- HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE ACTIVIDADES, LA CREACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO Y LA ASIGNACIÓN Y COMUNICACIÓN ENTRE LOS MIEMBROS DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Para la gestión de actividades, la creación de equipos de trabajo y la asignación de servicios se propone una herramienta en línea llamada *Trello*, basada en la metodología *Kanban* y que permite tener una visión general del estado de cada una de las actividades en el equipo o en un grupo de trabajo determinado.

Figura 19. Gestión de actividades y asignación de servicios



Fuente: Schmidt (2016, 5)

La herramienta mostrada en la gráfica anterior permite determinar el estado de cada una de las actividades pendientes; para el caso de la gráfica mencionada se presentan los servicios que están pendientes por ejecución, los que están en desarrollo, los que han sido suspendidos por alguna razón y los finalizados. Para cada servicio se asignan el recurso responsable, la fecha de ejecución del servicio

y el requerimiento del cliente. La herramienta también permite la comunicación entre los miembros de los equipos mediante un chat y una bandeja de mensajes que llegan a los buzones de correo electrónico de cada integrante.

Con las herramientas hasta acá propuestas, y con la ayuda de los sistemas de gestión integrados, el modelo de gestión tendrá un soporte tecnológico que ayudará a su correcto funcionamiento con el fin de que la administración de los recursos, los proyectos, los líderes de equipos y los de grupos tengan el rendimiento adecuado y de esta manera se posibilite mejorar la eficiencia y la eficacia de los productos y servicios que desarrolla la compañía SIMAC S. A. S.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Un modelo de gestión de equipos de ingeniería es una estructura o guía para gestionar los que interactúan entre sí y hacen parte de ella; de igual manera, un modelo de gestión debe contener componentes que permitan su funcionamiento tales como la medición, la supervisión, la visión, los objetivos, los elementos de cooperación y la resolución de problemas, entre otros. Además, es de aclarar que aunque cada organización puede tener un modelo de gestión distinto en cada uno de sus niveles dependiendo de su estructura, puede tener componentes generales que aporta la inteligencia distribuida tales como la cooperación, la autonomía, la reactividad y la proactividad.

De acuerdo con las características de los equipos de ingeniería, se evidencia que mientras más tiempo permanezca junto un equipo de trabajo mayor será su productividad en el tiempo. En la evolución de los equipos de ingeniería se puede destacar que las etapas para llegar a su máximo rendimiento en el tiempo son el establecimiento del equipo y con posterioridad la potenciación del mismo después de un tiempo en el desarrollo de actividades para que, en último lugar, se logre el máximo rendimiento, que se da cuando cada miembro del equipo conoce a la perfección el proceso y su rol en el mismo.

En cuanto al paradigma de la inteligencia distribuida, y, con mayor precisión, el holónico, se presentan aportes, conceptos y estructuras que permiten la implementación de un modelo de gestión de equipos de ingeniería de manera innovadora y distinta a lo tradicional. Los conceptos de la inteligencia distribuida aportan elementos clave como lo son los atributos de la autonomía, la proactividad, la reactividad y la cooperación, que si bien en una estructura organizacional son importantes, en equipos de personas que desarrollan proyectos de alto grado de conocimiento son mucho más relevantes y permiten una adecuada gestión.

En relación con los aspectos metodológicos es de resaltar que durante la ejecución del trabajo se desarrolló una investigación descriptiva, pues se estudiaron a fondo teorías de modelos de gestión y conceptos de la inteligencia distribuida con el fin de tener elementos para una adecuada propuesta del modelo de gestión de equipos de ingeniería para la compañía SIMAC S. A. S.

La empresa analizada debe implementar un modelo de gestión diferente a lo convencional, que permita que su proceso técnico tenga mayores eficiencia y eficacia en cuanto a las actividades que desarrolla. De acuerdo con diagnóstico realizado es evidente que la organización puede generar mucho más con los recursos actuales, pero para lograrlo se requiere un adecuado modelo de gestión de los equipos de ingeniería que desarrollan los proyectos y servicios.

Las herramientas tecnológicas propuestas para soportar el modelo de gestión están fundamentadas en la base y en la necesidad de la planeación de los recursos y de la gestión de las actividades, la creación de equipos, la asignación de tareas y la comunicación entre los miembros de los equipos de trabajo. Estas herramientas pueden ser utilizadas tanto por SIMAC S. A. S. para soportar el modelo de gestión propuesto, como por otras empresas que requieran una gestión en línea de sus recursos y la gestión de las actividades de la compañía.

El modelo de gestión propuesto integra conceptos de los modelos de gestión de equipos de alto desempeño, del conocimiento y del recurso humano con los de la inteligencia distribuida, tales como la transformación del conocimiento, el entrenamiento, la transferencia del conocimiento, la medición, la supervisión y la cooperación en los equipos de ingeniería, con el fin de generar así un aporte que puede ser considerado por la compañía SIMAC S. A. S. para mejorar su gestión y el desarrollo de sus proyectos y servicios.

Durante el desarrollo del trabajo se evidenció que las empresas de tecnología, como Google, incorporan elementos de la inteligencia distribuida en sus modelos de gestión, lo que genera respaldo y seguridad en su implementación. De igual manera, es de resaltar que cada compañía es distinta en cuanto a su modelo de negocio y a

su estructura, por lo que la implementación en forma pueda ser diferente pero en conceptos, metodología y atributos podría ser muy similar.

## REFERENCIAS

- Allen, D. (2002). *Getting things done: the art of stress-free productivity*. Nueva York: Penguin Books.
- Araneda Chaparro, K., Cordero Mattei, P., y Landaeta Farizo, F. (2006). *Modelo de una EAD: una propuesta experiencial*. Santiago de Chile: Universidad Adolfo Ibáñez, Escuela de Psicología, trabajo de grado de Maestría en Psicología de las Organizaciones. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de: [http://www.trustplacement.cl/publicaciones/tecnicos/Araneda\\_Cordero\\_Landaeta.pdf](http://www.trustplacement.cl/publicaciones/tecnicos/Araneda_Cordero_Landaeta.pdf)
- Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, ACOPI (2009). *Diagnóstico SIMAC SAS año 2009*. Medellín: ACOPI.
- Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, ACOPI (2012). *Diagnóstico SIMAC SAS año 2012*. Medellín: ACOPI.
- Bel, R. (2010). Leadership and innovation: learning from the best. *Global Business and Organizational*, 29(2), 47-60.
- Beltrán, J., Carmona, M., y Carrasco, R. (2001). *Guía para una gestión basada en procesos*. Sevilla: Instituto Andaluz de Tecnología.
- Birkinshaw, J. (2010). Reinventing management. *Oxford Leadership Journal*, 1(3), 1-10.

- Blanchard, K., & Johnson, S. (2000). *The one minute manager*. Nueva York: HarperCollins.
- Borrell, F. (2004). *Cómo trabajar en equipo y crear relaciones de calidad con jefes y compañeros*. . Madrid: Gestión 2000.com
- Brannick, M. T., Salas, E., & Prince, C. (ed). (1997). *Team performance assessment and measurement. Theory, methods, and applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brennan, R. W., & Norrie, D. H. (2001). Agents, holons and functions blocks: distributed intelligent control in manufacturing. *Journal of Applied Systems Studies (special issue on Industrial Applications of Multi-Agent and Holonic Systems)*, 2(1), 1-19.
- Brown, S. L., & Eisenhardt, K. M. (1997). The art of continuous change: linking complexity theory & time-paced evolution in relentlessly shifting organizations. *Administrative Science Quarterly*, 42(1), 1-34.
- Bussmann, S. (1998). An agent-oriented architecture for holonic manufacturing control. En Proceedings of First International Workshop on Intelligent Multi-Agent Systems (IMS Europe-1998), Lausana, pp. 1-12. Recuperado el 3 de marzo de 2016, de: <http://www.daimler-benz.com/company/corporate-governance>.

- Damanpour, F. (1987). The adoption of technological, administrative and ancillary innovations: Impact of organizational factors. *Journal of Management*, 13(4), 675–688.
- DeMarco, T., & Lister, T. (1999). *Peopleware: productive projects and teams*, 2<sup>a</sup> ed. Nueva York: Dorsett House.
- Edvinsson, L., & Malone, M. (1999). *El capital intelectual: cómo identificar y calcular el valor de los recursos intangibles de su empresa*. Barcelona: Gestión 2000.
- Egigius, H. (1994). *Psykologilexikon*. Estocolmo: Natur & Kultur.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education*, 3<sup>a</sup> ed. Nueva York: McGraw-Hill.
- HMS Consortium (1994). *Holonc Manufacturing Systems Programme Overview*. Hannover: Leibnitz Universität. Recuperado el 10 de marzo de 2016, de: <http://hms.ifw.uni-hannover.de>
- Høyrup, S. (2008). Employee-driven innovation and workplace learning in small and mediumsized enterprises in Europe. En *EDI-Network Seminar*. Copenhagen, 22–24 de septiembre.
- Isaksen, S., & Tidd, J. (2006). *Meeting the innovation challenge: leadership for transformation and growth*. Chichester: Wiley.

- Kaplan, R., & Norton, D. (1996). Using the balanced scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review*, 74(1), 75-85.
- Katzenbach, J. (2000). *El trabajo en equipo: ventajas y dificultades*. Santiago de Chile: Granica.
- Koestler, A. (1967). *The ghost in the machine*. Londres: Hutchinson.
- Mella, P. (2005). Organizations and organizations. The holonic view of organizations. *International Journal of Knowledge, Culture and Change Management, Common Ground*, 5(4), 111-123.
- Mesarovic, M. D., Mako, M., & Takahara, Y. (1970). *Theory of hierarchical, multilevel systems*. Nueva York: Academic Press.
- Meyer, W., & Van Dalen, D. (1978). *Manual de técnica de la investigación educacional*, 3ª ed. México: Paidós.
- Microsoft (2014). *Microsoft project 2014* (versión en línea). Recuperado el 20 de abril de 2016, de: <https://products.office.com/es-co/project/project-online-portfolio-management>.
- Negrete Jiménez, C. (2012, septiembre). Gestión del cambio organizacional. *Contribuciones a la Economía*. Recuperado el 13 de abril de 2016, de: <http://www.eumed.net/ce/2012/cnj.html>

- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. México: Oxford University Press.
- O'Connor, G. (2008). Major innovation as a dynamic capability: a systems approach. *Journal of Product Innovation Management*, 25(4), 313–330.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD/OCDE. (1997). *The measurement of scientific and technological activities. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Oslo manual*. París: European Commission y Eurostat. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de: <https://www.oecd.org/sti/inno/2367580.pdf>
- Pinto Leitão, P. J. (2004). *An agile and adaptive holonic architecture for manufacturing control*. Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, disertación doctoral (Ingeniería Electrotécnica y Computacional). Recuperado el 24 de mayo de 2016, de: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/10960/2/%20Texto%20integral.pdf>
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
- Real Academia Española, RAE (2014a). Gestión. En *Diccionario de la lengua española*, 23ª ed. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de: <http://dle.rae.es/?id=JAOmd4s>

Real Academia Española, RAE (2014b). Modelo. En *Diccionario de la lengua española*, 23ª ed. Recuperado el 26 de abril de 2016, de:

<http://dle.rae.es/?id=PTk5Wk1>

Rincón Rojas, É. J. (2009). Elementos para la construcción de un modelo de gestión del conocimiento para ambientes virtuales de aprendizaje. En Lloret Romero, N. (ed.). *Nuevas perspectivas la organización y difusión del conocimiento*, vol. 1, pp. 85-98 (Noveno Congreso de la Sociedad Internacional para la Organización del Conocimiento, Capítulo Español). Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Rosenburg, N., & Steinmueller, W. E. (1988). Why are Americans such poor imitators? *The American Economic Review*, 78(2), 229-234.

Sánchez Díaz, M. (2005). Breve inventario de los modelos de gestión del conocimiento en las organizaciones. *Acimed*, 13(6).

Schein, E. H. (1997). *Organizational culture and leadership*. San Francisco: Jossey-Bass.

Schmidt, B. (2016). *Trello*. Recuperado el 14 de enero de 2016, de:  
<https://trello.com/>

Senge, P. M. (1994). *La quinta disciplina*. Buenos Aires: Granica.

SIMAC S. A. S. (2014). *SIMAC*. Recuperado el 22 de marzo de 2016, de:  
[www.simac.com.co](http://www.simac.com.co)

- SIMAC S. A. S. (2015a). *Documentación histórica, contable y financiera*. Medellín: SIMAC.
- SIMAC S. A. S. (2015b). *Documentos, sistema integrado de gestión*. Medellín: SIMAC.
- Simão, J. M (2005). *A contribution to the development of a HMS simulation tool and proposition of a meta-model for holonic control*. Nancy: Université Henri Poincaré –Nancy I, y Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Recuperado el 14 de abril de 2016, de: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00083042/document>
- Steiber, A. (2014). *The Google model. Managing continuous innovation in a rapidly changing world (ebook)*. springer.com
- Steiber, A., & Alânge, S. (2013). A corporate system for continuous innovation: The case of Google Inc. *European Journal of Innovation Management*, 16(2), 243-264.
- Tamayo Salamanca, Y., Del Río Cortina, A., y García Ríos, D. (2014). Modelo de gestión organizacional basado en el logro de objetivos. *Suma de Negocios*, 5(11), 70-77.
- Teece, D. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350.

- Tidd, J., & Bessant, J. (2009). *Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change*, 4ª ed. Chichester: Wiley.
- Turnbull, S. (2001). Design criteria for a global brain. En *From Intelligent Networks to the Global Brain. The First Global BrainWorkshop (Gbrain 0)*. Bruselas: Vrije Universiteit Brussel. Recuperado el 25 de marzo de 2016, de:  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.283715>
- Van Brussel , H., Wyns, J., Valckenaers, P., Bongaerts, L., & Peeters, P. (1998). Reference architecture for holonic manufacturing systems: PROSA. *Computers in Industry*, 37(3), 255-274.
- Wooldridge, M., & Jennings, N. (1995). *Intelligent agents: theory and practice*. *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), 115-152.
- Zapata Madrigal, G. (2011). *Propuesta para la planificación, programación, supervisión y control la producción en procesos continuos desde la teoría del control supervisorio y el enfoque holónico*. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes, disertación doctoral en Ciencias Aplicadas. Recuperado el 16 de enero de 2016, de:  
[http://www.ing.ula.ve/doctorado\\_ca/Tesis/2011/German%20Zapata.pdf](http://www.ing.ula.ve/doctorado_ca/Tesis/2011/German%20Zapata.pdf)