

**Proyecto de investigación CI – 2645**

**“Diseño de un modelo para evaluar el estado de madurez de la gerencia de proyectos en Pymes”**

Informe final

Ing. Alvaro Julio Cuadros López

Universidad del Valle

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística

Santiago de Cali, marzo de 2012

## TABLA DE CONTENIDO

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>                         | <b>3</b>  |
| 1.1      | ENFOQUE DEL TEMA .....                                            | 3         |
| 1.2      | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....                                     | 3         |
| 1.3      | OBJETIVOS .....                                                   | 8         |
| 1.3.1    | <i>Objetivo General.....</i>                                      | 8         |
| 1.3.2    | <i>Objetivos Específicos .....</i>                                | 8         |
| <b>2</b> | <b>MARCO TEÓRICO .....</b>                                        | <b>9</b>  |
| 2.1      | GERENCIA DE PROYECTOS .....                                       | 9         |
| 2.2      | MODELOS DE GERENCIA DE PROYECTOS .....                            | 10        |
| 2.2.1    | <i>Modelos de gestión de proyectos más difundidos.....</i>        | 11        |
| 2.2.2    | <i>Projects in a Controlled Environment (PRINCE2) .....</i>       | 12        |
| 2.2.3    | <i>Project Management Body of Knowledge (PMBOK) .....</i>         | 12        |
| 2.3      | LA MADUREZ EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....                        | 13        |
| 2.3.1    | <i>Modelos de madurez .....</i>                                   | 13        |
| 2.3.2    | <i>Madurez en la gerencia de proyectos .....</i>                  | 14        |
| 2.3.3    | <i>Modelos de madurez de la gestión de proyectos.....</i>         | 14        |
| 2.3.4    | <i>Madurez de la gerencia de proyectos en las empresas .....</i>  | 16        |
| <b>3</b> | <b>DESARROLLO METODOLÓGICO.....</b>                               | <b>20</b> |
| 3.1      | IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS .....    | 20        |
| 3.1.1    | <i>Selección del sector industrial .....</i>                      | 20        |
| 3.1.2    | <i>Entorno productivo .....</i>                                   | 21        |
| 3.2      | DEFINICIÓN DE FACTORES RELEVANTES .....                           | 23        |
| 3.2.1    | <i>Definición de componentes de la madurez en proyectos.....</i>  | 23        |
| 3.2.2    | <i>Definición de la herramienta de medición .....</i>             | 24        |
| 3.2.3    | <i>Diseño de prueba exploratoria.....</i>                         | 25        |
| 3.2.4    | <i>Análisis de la prueba exploratoria.....</i>                    | 26        |
| 3.2.5    | <i>Marco jerárquico de evaluación .....</i>                       | 26        |
| 3.3      | GENERACIÓN DE AGRUPACIONES.....                                   | 28        |
| 3.3.1    | <i>Obtención de la información .....</i>                          | 28        |
| 3.3.2    | <i>Identificación de los factores de mayor variabilidad .....</i> | 29        |
| 3.3.3    | <i>Definición de grupos en estudio a gran escala.....</i>         | 35        |
| 3.3.4    | <i>Definición de grupos a pequeña escala .....</i>                | 37        |
| 3.3.5    | <i>Caracterización de grupos.....</i>                             | 41        |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                         | <b>48</b> |
| <b>5</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                         | <b>50</b> |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Clasificación de empresas según monto de activos y número de empleados..... | 3  |
| Tabla 2: Proyectos de innovación planeados para los años 2006 – 2008.....            | 5  |
| Tabla 3: Promedio de antigüedad en el mercado .....                                  | 7  |
| Tabla 4: Detalle de los subprocesos de las pymes del sector artes gráficas.....      | 22 |
| Tabla 5: Clasificación empresarial por tamaño en Colombia .....                      | 22 |
| Tabla 6: Descripción de los niveles de madurez establecidos .....                    | 24 |
| Tabla 7: Características de las empresas de la prueba exploratoria.....              | 25 |
| Tabla 8: Marco jerárquico de evaluación .....                                        | 26 |
| Tabla 9: Matriz de datos iniciales para el ACP .....                                 | 31 |
| Tabla 10: Media y desviación estándar por factor .....                               | 32 |
| Tabla 11: Valores propios .....                                                      | 34 |
| Tabla 12: Contribuciones porcentuales de las variables a los ejes .....              | 35 |
| Tabla 13: Contribuciones porcentuales ponderados.....                                | 35 |
| Tabla 14: Indicadores de mayor variabilidad .....                                    | 37 |
| Tabla 15: Indicadores discriminados por grupos: .....                                | 39 |
| Tabla 16: Agrupación de empresas muestreadas.....                                    | 40 |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1: Gráfico de cajas y alambres discriminado por factor ..... | 32 |
| Ilustración 2: Histograma de valores propios.....                        | 33 |
| Ilustración 3: Representación de los individuos en plano factorial.....  | 38 |
| Ilustración 4: Dendograma de los grupos de empresas definidos. ....      | 40 |
| Ilustración 5: Calificación de categorías por grupos .....               | 41 |
| Ilustración 6: Gráfico radial Grupo 1 Vs Grupo 2.....                    | 42 |
| Ilustración 7: Indicador del nivel de madurez del grupo 1.....           | 43 |
| Ilustración 8: Indicador del nivel de madurez del grupo 2.....           | 46 |

# 1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 ENFOQUE DEL TEMA

Todo lo relacionado con el desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Mipymes) tiene gran impacto social y económico. Nada más entre las ciudades de Cali y Yumbo este tipo de organizaciones corresponden al 99% de las empresas y generan el 87% de los empleos (DANE, 2005).

Reconociendo su importancia, el Gobierno Colombiano ha diseñado una política para apoyar a estas empresas, para generar desarrollo y crecimiento económico mediante la ley 905 y el Documento Conpes 3582. Sin embargo la innovación que pudiera la política gubernamental apoyar debe estar desde las organizaciones soportada en una correcta gestión de proyectos.

En Colombia, se han desarrollado diferentes estudios sobre las capacidades y retos que tienen estas empresas (MisionPyme, 2008; DANE, 2005; Rodríguez, 2003). Sin embargo no se han desarrollado estudios para saber cómo están desde el punto de vista de la gestión de proyectos.

El proyecto presenta un modelo que permite valorar el estado de madurez de la gerencia de proyectos de estas empresas. La caracterización de estas competencias en las empresas, facilitará que se puedan diseñar políticas macro para el fortalecimiento sectorial, así como programas de intervención directa.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia, de acuerdo con la Ley 905 del 2004, una Mipyme puede ser cualquier unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, que responda a ciertos parámetros en cuanto al monto de sus activos y al número de empleados.

Estos parámetros habían sido establecidos en el año 2000 mediante la ley 590 y posteriormente, en el 2004, modificados a través de la ley 905 quedando como aparece en la siguiente tabla.

Tabla 1: Clasificación de empresas según monto de activos y número de empleados

| TAMAÑO DE LA EMPRESA | MONTO DE ACTIVOS (SMMLV) | NO. EMPLEADOS |
|----------------------|--------------------------|---------------|
| Micro                | Hasta 500                | Hasta 10      |
| Pequeña              | Entre 501 y 5.000        | Entre 11 y 50 |
| Mediana              | Entre 5.001 a 30.000     | 51 a 200      |

|        |               |            |
|--------|---------------|------------|
| Grande | Más de 30.000 | Más de 201 |
|--------|---------------|------------|

*Fuente: Ley 905 del 2004.*

Algunas estadísticas pueden dar una idea sobre el impacto social y económico de estas empresas. Como Mipymes pueden ser clasificadas el 99.9% de las empresas del país (DANE, 2005). Para la región (Cali y Yumbo) los datos son similares, el 94.4% corresponde a microempresas, el 5.1% a pymes y sólo el 0.5% corresponde a grandes empresas (DANE, 2005).

Con respecto al nivel de activos, las mipymes significan el 20.1% frente al 79.9% de las grandes; sin embargo a nivel de personal ocupado las proporciones cambian, las mipymes generan el 67.6% de los empleos mientras que las grandes el 32.4%. (DANE, 2005).

Dada su importancia, el gobierno, mediante la ley 905 y luego con los Documentos Conpes 3484 y 3582 ha establecido una serie de entidades y programas con el fin de alcanzar desarrollo y crecimiento económico enfocado hacia estas empresas:

- Se creó el Sistema nacional de MIPYMES que involucró al Sena, Colciencias, Bancoldex, Proexport y el fondo nacional de garantías. Su objetivo es promover el acceso a mercados nacionales e internacionales mediante el acceso a los mercados financieros, incentivos tributarios y parafiscales para las nuevas empresas y la liberación de los mercados de compras del gobierno.
- Se creó el Fondo Colombiano de modernización y desarrollo tecnológico “Fomipyme” para financiar programas, proyectos y actividades para el desarrollo tecnológico.
- Se ha decidido concentrar esfuerzos en áreas estratégicas como son: energía y recursos naturales; biotecnología; salud; materiales y electrónica; tecnologías de información y comunicaciones, logística y diseño, y por último, construcción de ciudadanía e inclusión social.
- Se decidió promover sectores estratégicos empresariales a través del Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el cual a la fecha ha identificado los sectores de: servicios tercerizados a distancia (BPO&O por sus siglas en inglés Business Process Outsourcing & Offshoring); software y servicios de tecnologías de la información; cosméticos y artículos de aseo; turismo de salud; autopartes; energía eléctrica, bienes y servicios conexos; industria de la comunicación gráfica y textiles, confecciones, diseño y moda.
- Adicionalmente se ha planteado el establecimiento de una política de clúster, cadenas de valor, parques tecnológicos u otras formas de aglomeraciones con la cual se oriente la acción pública alrededor de iniciativas privadas de innovación.

Una medida adicional ha sido la creación de un nuevo tipo de asociación empresarial llamado Sociedad por Acciones Simplificada (SAS). La medida aprobada con la ley 1258 del 2008 busca facilitar trámites, reducir costos y tener más flexibilidad para los pequeños empresarios.

En la medida que la política antes mencionada se estructura y desarrolla, mas empresas pueden participar logrando innovar y ampliar sus operaciones. La innovación que busca fomentar el gobierno se gestiona en las organizaciones mediante proyectos de diversa índole. En la siguiente tabla se pueden apreciar la variedad de contextos en los que los proyectos de innovación que se pueden encontrar en las mipymes caleñas.

**Tabla 2: Proyectos de innovación planeados para los años 2006 – 2008**

| PROYECCIÓN DE INNOVACIÓN                   | TOTAL         | PARTICIPACIÓN (%) |
|--------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Elaboración de nuevos productos            | 9.451         | 10.76             |
| Innovación y mejoras en procesos           | 14.964        | 17.02             |
| Cambios en organización y administración   | 8.882         | 10.10             |
| Investigación en TICS                      | 6.976         | 7.94              |
| Compra planta física, maquinaria y equipos | 10.177        | 11.58             |
| Capacitación de personal                   | 11.494        | 13.08             |
| Inversión en manejo ambiental              | 5.827         | 6.64              |
| Certificación de calidad                   | 10.091        | 11.48             |
| Ampliación de planta física                | 10.012        | 11.39             |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>87.874</b> | <b>100.00</b>     |

Fuente: DANE. Censo económico de Cali 2005

Las empresas tienen en frente oportunidades que plantea la política de fomento del gobierno pero aprovecharlas depende de sus capacidades en gerencia de proyectos. Estas empresas, objeto de estudio de la investigación, enfrentan grandes retos para mantenerse y crecer en el mercado. Al respecto, se han desarrollado diferentes estudios con la intención de arrojar luces sobre cómo funcionan estas empresas y la manera de fortalecer su gestión. Entre las caracterizaciones más recientes realizadas en Colombia se tiene (Conpes, Agosto 2007; MisionPyme, 2008):

- Los altos niveles de informalidad se reflejan en el elevado porcentaje de empresas que no pagan impuestos (53.5%); que no llevan registros contables (42%) y que no tienen registro mercantil (45%). Esto se refleja en su baja capacidad para llevar a cabo actividades rentables y con potencial de expansión que les permita cubrir los costos de operar en el sector formal de la economía.
- El mercado en el que operan es bastante limitado, y su articulación con otras empresas es débil. Un alto porcentaje de esas empresas vende sus productos y servicios en nichos de mercado locales, principalmente a consumidores de bajos ingresos, donde los requisitos de calidad, precio y volumen son poco exigentes.

- El hecho que sus principales clientes sean directamente los consumidores, no les genera incentivos para formalizar su actividad, como sí sucede cuando son proveedoras de otras empresas de mayor tamaño.
- El acceso a la tecnología es restringido y prima la utilización de máquinas y equipos de tecnologías atrasadas, así como el uso de recurso humano semi-calificado y no calificado. Hay un muy bajo uso de tecnologías de información y comunicaciones (TICs).
- Tienen un acceso limitado al sector financiero. El apalancamiento que usan los empresarios al momento de iniciar su negocio proviene principalmente de los ahorros acumulados por la familia y de los ingresos de trabajos anteriores (72%). El limitado acceso a fuentes de financiamiento formal, se explica en parte porque para las microempresas es muy difícil satisfacer los requisitos que el mercado formal impone (garantías y documentación) y porque las condiciones de los créditos no se ajustan a sus requerimientos.
- Hay problemas para la comercialización de productos y para la obtención de Insumos. No conciben los mercados externos como una oportunidad.
- Finalmente tienen baja capacidad de inversión en investigación y desarrollo. Aunque no hay cifras específicas por tipo de empresa, en general las empresas colombianas dedican solo el 0,43% del PIB en investigación y Desarrollo, muy por debajo del 2,23% del PIB de los países de la OECD (por sus siglas en inglés Organisation for Economic Co-operation and Development).

Con anterioridad Sánchez y otros (2007) habían identificado una serie de retos tanto internos como externos a los que enfrentan estas empresas:

- Restricciones al crédito
- Dificultades en la identificación y acceso a la tecnología adecuada
- Formalización y absorción de nuevas tecnologías
- Limitaciones técnicas y competitivas que imponen las escalas de producción
- La deficiente infraestructura física
- Falta de asociatividad empresarial
- Carencia de directivos con capacidad gerencial y pensamiento estratégico
- Dificultad de cimentar la articulación del sector con la gran empresa y con los sistemas de compras estatales
- La inestabilidad política, la inflación, la tasa de cambio
- La delincuencia común
- Los impuestos exagerados
- La corrupción en diferentes ámbitos, entre otros.

Complemento de lo anterior es el aporte hecho por Rodríguez en 2003 que identificó otros

retos como son la situación económica del país, el sistema tributario, el acceso al mercado interno, el apoyo y funcionamiento del Estado, el orden público, el acceso a mercados externos, la legislación laboral, la calidad y disponibilidad del recurso humano, la infraestructura logística y servicios públicos, la seguridad jurídica y la representación gremial.

Sobre la situación de las empresas de la región, se tienen algunos datos particulares (DANE, 2005). Una característica generalizada es la informalidad. La proporción de empresas que no tienen matrícula mercantil corresponde al 43,4% y de las que están registradas el 80,4% corresponde a personas naturales. Normalmente los empresarios MIPYMES inician operaciones en su empresa y esperan a ver los resultados antes de formalizarlas.

También se puede notar un ciclo de vida corto, es decir que no hay una alta proporción de empresas que tengan mucha antigüedad (DANE, 2005). En la siguiente tabla se puede verificar que tan sólo el 25.52% del total de empresas de Cali y Yumbo tienen más de cinco años de existencia (9.65% tienen entre 5 y 10 años, y 15.87% tienen más de diez años). Adicionalmente, el mayor número de empresas corresponde a las que tienen menos de un año de existencia, 28.81% del total.

**Tabla 3: Promedio de antigüedad en el mercado**

| CIUDAD | TOTAL EMPRESAS | MENOR A UN AÑO (%) | DE UNO A TRES AÑOS (%) | DE TRES A CINCO AÑOS (%) | DE CINCO A DIEZ AÑOS (%) | MÁS DE DIEZ AÑOS (%) |
|--------|----------------|--------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Cali   | 51.458         | 28.71              | 24.89                  | 21.07                    | 9.69                     | 15.63                |
| Yumbo  | 2.326          | 31.08              | 22.87                  | 15.95                    | 8.94                     | 21.16                |
| Total  | 53.784         | 28.81              | 24.80                  | 20.85                    | 9.65                     | 15.87                |

Fuente: DANE. Censo económico de Cali 2005.

Sobre el estado de la gestión de las mipymes, también se ha investigado. Es el caso del trabajo desarrollado por el Grupo de Investigación Temas Contemporáneos en Contabilidad, Control, Gestión y Finanzas que investigó sobre el modelo de toma de decisiones usado por los Gerentes de las mipymes en Cali (González, 2008). En un estudio desarrollado en 270 empresas ubicadas en Cali y Yumbo, encontraron que:

- En tan sólo el 10% de las empresas las decisiones son tomadas por los Gerentes funcionales al interior de sus respectivas áreas, en el restante 90% de las empresas participa el Gerente General. Incluso en el 28.5% de las mismas, el Gerente General es quien toma las decisiones sin concertación o discusión con algún funcionario o Comité.
- En el 61.5% de las empresas las tareas se desarrollan a criterio del funcionario basado en su experiencia y a la socialización de experiencias entre funcionarios,

mientras que en el restante 38.5% de las empresas las tareas se desarrollan de acuerdo con un manual de procedimientos o protocolo.

- En el 30.4% de las empresas los funcionarios no tienen acceso a información sobre actividades, procesos y resultados de la operación, mientras que en el restante 69.9% de las empresas hay acceso mediante variados mecanismos, desde reuniones y tableros de actividades hasta internet.
- En términos de conocimiento de técnicas de gestión, solo el 22.6% conoce el costeo ABC, el 10% de las empresas conoce el cuadro de mando integral, y el 3.3% conoce la teoría de restricciones.

Las anteriores caracterizaciones han planteado diferentes debilidades relacionadas con las capacidades con que cuentan las empresas, sin embargo las investigaciones realizadas no han tratado la gestión de proyectos que representa capacidad para generar e implantar la innovación en diferentes tópicos en la organización. De esta manera resulta la necesidad de diagnosticar el estado de la gestión de proyectos en pymes que permita a través del desarrollo de un modelo de madurez saber cómo se encuentran y dónde pueden mejorar las competencias de gestión.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 *Objetivo General***

Diseñar un modelo de diagnóstico que permita evaluar el estado de madurez de la gerencia de proyectos en Pymes de un sector de la ciudad de Cali.

#### **1.3.2 *Objetivos Específicos***

- Revisar los principales modelos de madurez de gerencia de proyectos para identificar las categorías y factores que permitan la caracterización de una Pyme.
- Seleccionar a partir del total, las categorías y factores más representativos para contar con un instrumento de caracterización de la madurez en gerencia de proyectos.
- Realizar una investigación de campo para caracterizar el nivel de madurez en gerencia de proyectos en Pymes de un sector de la ciudad de Cali.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 GERENCIA DE PROYECTOS

A través de la historia el hombre ha desarrollado grandes proyectos, sin embargo tan solo en tiempos recientes comenzó a aplicar herramientas sistemáticas de gestión a los proyectos (Caravannis E, 2005).

Un hito en este desarrollo fue la aplicación del diagrama de Gantt en 1931 en la construcción de la represa Hoover en Estados Unidos (HBR, 2004). Posteriormente entre finales de 1950 y comienzos de 1960, el sector defensa de Estados Unidos comenzó a normalizar las prácticas en los proyectos de la industria aeroespacial y de defensa (Kerzner, 2009). En ese entonces los proyectos de desarrollo del Bombardero B52 y del submarino Polaris, y el programa espacial, tenían sobrecostos entre 200% y 300%. Como solución, el gobierno normalizó los procesos de planificación y presentación de informes.

Específicamente estableció un modelo de planeación y control del ciclo de vida de los proyectos, un sistema de monitoreo de costos y auditorias para verificar que se gastara correctamente el dinero del gobierno. Estos modelos incluyeron la técnica PERT (Program Evaluation and Review Technique o programa de evaluación y técnica de revisión) desarrollada con la firma consultora Booz Allen & Hamilton. Por la misma época DuPont desarrolló el Método de Ruta Crítica (Critical Path Method - CPM). (Harvard Business, 2004)

Estos desarrollos han sido catalogados como la primera generación de la gerencia de proyectos (PMAJ, 2005). En esta etapa la gerencia de proyectos se concentró en la gestión del alcance, tiempo, costos y calidad para obtener resultados eficientemente (PMAJ, 2005; Smyth y Morris, 2007).

Habiendo desarrollado fuertemente procesos orientados hacia la planeación y control, la gerencia de proyectos se avanzó hacia otros temas menos críticos como las comunicaciones y la organización de los proyectos. De esta manera, una estructura de procesos de gestión más equilibrada permite su amplia aplicación en proyectos de mejora de la competitividad organizacional o en cumplimiento de exigencias de entidades externas a la organización como las de capital de inversión (PMAJ, 2005). Esta fue una segunda generación que tuvo lugar en los años 80 y fue una especie de transición rápida.

La tercera generación, originada en los años 90, constituye una visión holística de los proyectos y los ve como herramienta de adaptación a los cambios del ambiente que las compañías de negocios y de servicios públicos debían encarar. Mas que herramientas analíticas se orienta en la visión de contexto que permita ver una totalidad y discernir unas soluciones optimas a través de proyectos correctamente interrelacionados (PMAJ, 2005).

Al comprender los proyectos como una base para llevar a cabo la gestión estratégica, se da origen a la visión como una estrategia competitiva para la empresa. Los proyectos se convierten en una de las mejores maneras de alinear los recursos de la organización que siempre son escasos y resolver los grandes problemas corporativos (Kerzner, 2009).

Con el mismo fundamento, se han continuado dando diferentes avances. A principios de la década del 2000 la disciplina cambió en diferentes aspectos las empresas comienzan a buscar las mejores maneras de apropiar las prácticas para la gerencia de proyectos comenzando a desarrollarse el concepto de madurez. También, se desarrolla el uso de la Intranet como herramienta para intercambiar información de forma rápida relacionada con el uso de los recursos que están comprometidos. Por otro lado se desarrollan modelos de planeación de capacidad para saber la cantidad de trabajo adicional que la organización pueda asumir en un proyecto (Kerzner, 2009).

En los últimos cinco años se ha comenzado a vincular, herramientas y técnicas de otras disciplinas pero nuevas en la gerencia de proyectos como el Seis Sigma, el “Lean Project”, la gestión del conocimiento y la gestión de procesos. También se generaliza el uso de equipos virtuales de proyectos y oficinas virtuales de gestión de proyectos (Kerzner, 2009).

La disciplina de la gerencia de proyectos ha evolucionado para tratar no sólo la gestión de un proyecto sino para encontrar la forma como los proyectos permiten alcanzar las metas de las organizaciones (Ahlemann y otros, 2009)(Motoa G, 2005)(Andersen E, 2003). En la actualidad las organizaciones deben gestionar no solo proyectos aislados, sino redes de proyectos internos y externos donde toma mucha importancia la relación entre los proyectos y la organización. Los proyectos ya no se orientan hacia la solución de problemas técnicos aislados sino que ahora amplían su alcance hacia la gestión de la empresa y del cambio.

## **2.2 MODELOS DE GERENCIA DE PROYECTOS**

La gestión operativa de los proyectos exige que las empresas se orienten hacia la búsqueda de las mejores prácticas para aplicarlas y lograr ejecutar proyectos exitosos (Motoa G, 2005). La búsqueda de las mejores prácticas se enfoca inicialmente hacia la administración de proyectos (modelos de gerencia de proyectos), y en la medida que esas prácticas se han hecho más maduras, la búsqueda se ha reorientado hacia la manera de apropiarse de ellas (modelos de madurez en gerencia de proyectos).

Aun cuando desde la antigüedad han existido prácticas para administrar proyectos, sólo en este siglo, desde 1945, se ha madurado lo suficiente en cuestión estratégica como para estandarizar dichas prácticas y poder hablar de una gestión moderna de proyectos(Kerzner, 2009). La creciente importancia del tema ha dado lugar a la creación

de asociaciones, institutos, congresos, seminarios y revistas especializadas que estudian y promueven el desarrollo de la gerencia de proyectos.

Como resultado, gran cantidad de entidades promotoras de sus propios estándares han sido creadas. Entre organizaciones nacionales de estandarización y asociaciones de profesionales de gerencia de proyectos, se puede hablar aproximadamente de mil organizaciones que han generado alrededor de medio millón de estándares (Ahlemann y otros, 2009).

Se hace necesario entonces seleccionar algunos modelos para comprender su estructura y así continuar con el proyecto. Para realizar dicha selección se revisaron algunos estudios sobre la penetración de los modelos en diferentes contextos.

### **2.2.1 Modelos de gestión de proyectos más difundidos**

En un estudio sobre la difusión de estándares de gerencia de proyectos entre 170 profesionales en Alemania y Suiza (Ahlemann y otros, 2009), identificaron 9 modelos utilizados. Hay que tener en cuenta que sólo el 39% de la muestra sigue algún modelo formal y documentado. Adicionalmente se identificaron los estándares internacionales: ICB (International Project Management Association Competence Baseline) con una participación del 22.3%, PMBOK (Project Management Body of Knowledge) y OPM3 (Organizational Project Management Maturity Model) con una participación del 19.2%, PRINCE2 (Projects in a Controlled Environment) con 4.7% y otros modelos nacionales.

La firma consultora PricewaterhouseCoopers realizó un estudio entre 213 compañías a nivel mundial y encontró que el 27% de las organizaciones utilizan el PMBOK, el 11% siguen el modelo PRINCE2 y que el 39% siguen algún modelo desarrollado internamente (PricewaterhouseCoopers, 2007).

La firma consultora KPMG, realizó una investigación entre profesionales de gerencia de proyectos en 230 organizaciones de 15 países de diferentes continentes y encontraron que el estándar más utilizado es el PMBOK. Sin embargo hay que tener en cuenta que ningún otro estándar es mencionado y que sólo el 16% de las empresas tienen a todos o a la mayoría de sus profesionales certificados con dicho estándar. Adicionalmente el 61% de las empresas cuentan con algún estándar desarrollado internamente o heredado de algún proveedor (KPMG's International, 2003).

A continuación se describen los modelos más mencionados en los estudios anteriormente presentados.

### **2.2.2 Projects in a Controlled Environment (PRINCE2)**

Es un estándar promovido por el Office of Government Commerce (OGC) del Reino Unido para la gestión de los proyectos estatales. Sin embargo se ha ido replicando entre empresas no sólo del Reino Unido. La propuesta es de tipo genérico por lo que se puede aplicar a cualquier proyecto independientemente de su escala, su tipo, la organización a la que pertenece, su geografía o la cultura que lo rodea. El modelo direcciona la administración de proyectos a través de cuatro elementos integrados.

1. Principios. Hay siete principios que son: justificación comercial continua, aprender de la experiencia, funciones y responsabilidades definidas, gestión por etapas, gestión por excepción, centrarse en los productos y la medida para adaptarse al entorno del proyecto.
2. Temas. Aspectos que deben ser abordados continuamente y de forma paralela en todo el proyecto. Los siete temas explican el tratamiento específico requerido para diversas disciplinas de gestión de proyectos y por qué son necesarias. Estos son: caso de negocio, organización, calidad, planes, riesgos, el cambio y el progreso. Los siete temas se deben aplicar en cada proyecto, pero deben ser adaptados de acuerdo a la escala, naturaleza y complejidad del proyecto en cuestión.
3. Procesos. Describen el progreso paso a paso, a través del ciclo de vida del proyecto, desde cómo empezar hasta el cierre del proyecto. Cada proceso ofrece listas de control de las actividades recomendadas, productos y responsabilidades relacionadas. Los procesos direccionan el flujo cronológico del proyecto - con acciones relacionadas con diferentes temas mezclados entre sí. Estos son: anteproyecto, fase inicial, etapa posterior a la entrega, fase final a la entrega.
4. Adaptación de PRINCE2 al entorno del proyecto. Adaptación se refiere al uso adecuado de PRINCE2 en cualquier proyecto, velando porque tenga la cantidad correcta de planificación, control, gestión y uso de los procesos y temas.

### **2.2.3 Project Management Body of Knowledge (PMBOK)**

A finales de la década de 1960 se crean asociaciones como la PMI (Project Management Institute) con sede en Estados Unidos. Esta entidad sin fines de lucro establece estándares, celebra seminarios y tiene un programa de certificación profesional (Guido, 2007; PMI, 2008). El estándar PMBOK es la propuesta que el PMI ofrece para la gerencia de proyectos. El modelo plantea dos componentes, el ciclo de vida del proyecto y las áreas de conocimiento a aplicar durante la ejecución.

El ciclo de vida del proyecto se compone de 5 grupos básicos de procesos que son: el inicio, la planificación, la ejecución, el control y monitoreo, y el cierre. La gestión de nueve

áreas de conocimiento a tener en cuenta en dichos procesos, son:

1. Gestión del Alcance
2. Gestión del Tiempo
3. Gestión de la Calidad
4. Gestión de Costos
5. Gestión del Riesgo
6. Gestión de Recursos Humanos
7. Gestión de la Comunicación
8. Gestión de las Compras y Adquisiciones
9. Gestión de la Integración

## **2.3 LA MADUREZ EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS**

### **2.3.1 Modelos de madurez**

En primera instancia se debe entender el concepto de madurez en las organizaciones como el estado en cual una organización se encuentra en una condición perfecta para cumplir sus objetivos propuestos (Andersen E, 2003). De acuerdo con esta definición no sería posible identificar una organización completamente madura, por eso tiene sentido hablar de niveles de madurez que habría que medir o caracterizar para permanecer en el camino del mejoramiento (Andersen, 2003; Kerzner, 2009; Gray y Larson, 2009; Judev y Thomas, 2002).

La implicación del concepto de madurez con las organizaciones se dio cuando surgió el movimiento de gestión total de calidad que aplicando técnicas de control estadístico de procesos demostró que mejorar la madurez de algún proceso técnico conllevaba a dos cosas: la reducción en la variabilidad inherente del proceso y al mejoramiento del desempeño medio del proceso (Cooke y Arzymanow, 2003).

El concepto posteriormente migró hacia la madurez de procesos organizacionales cuando el Software Engineering Institute del Carnegie-Mellon University diseñó un modelo de madurez de capacidades (Capability Maturity Model-CMM) para medir los procesos en organizaciones de desarrollo de software. Tras esta propuesta se fueron creando otras especializadas en el desarrollo de software como el SPICE, AMI y Bootstrap (Saiedian y Chennupati, 1999). En otras temáticas también se han hecho ejercicios de evaluación de la madurez como los procesos de negocio de las empresas (Aguirre y Córdoba, 2008), en gestión del conocimiento (Ehms y Langen, 2002), y en innovación tecnológica (Aranda, 2008).

En la gerencia de proyectos también se han desarrollado diferentes modelos y para tomar la decisión de cuál incluir en el proyecto es de utilidad el trabajo de Khoshgoftar y Osman (2009) que realizaron una comparación entre modelos de madurez calificando una serie

de variables. Ellos analizaron 9 modelos y el criterio de selección fue la novedad de su propuesta, es decir los que tuvieran ediciones más recientes. Los modelos finalmente incluidos fueron el P3M3 (Programme, and Project Management Maturity Model), el OPM3 (Organizational Project Management Maturity Model), el CMMI (Capability Maturity Model Integration) y el PMMM (Project Management Maturity Model). En este artículo se concluye que el modelo más completo es el OPM3, sin embargo hay que tener en cuenta que actualmente los estándares mencionados ya tienen nuevas versiones mejoradas como el P3M3 del 2010, el OPM3 del 2008 y el CMMI del 2006, por lo que dicha conclusión no puede ser mantenida hoy en día.

### **2.3.2 Madurez en la gerencia de proyectos**

Con estos modelos (Project management maturity models - P3M) se busca diagnosticar la capacidad de la organización, más que las habilidades individuales, para gestionar los proyectos. Según Mooto y Solarte (2005) el uso de la palabra madurez implica que las capacidades pueden variar con el tiempo, es decir que se puede mejorar la gestión.

La madurez, incluso, se ha relacionado con la planeación estratégica en el contexto que permite establecer diferencias entre compañías, identificar las etapas clave de mejoramiento, las actividades a desarrollar y las medidas de resultado de proceso (Andersen, 2003; Kerzner, 2009; Khoshgoftar, 2009).

Sin embargo también se han planteado ciertas deficiencias. (Andersen, 2003), plantean su alcance limitado al tener como intención primaria la categorización del comportamiento actual, mientras que (Khoshgoftar, 2009) comentan la falta de consenso entre la diversidad de modelos sobre lo que debe ser incluido o considerado.

De todos modos, aunque existen diversidad de modelos, se pueden identificar algunas propiedades que los caracterizan (Khoshgoftar, 2009):

- El desarrollo en una organización es simple y se puede describir con un número limitado de niveles de madurez, generalmente entre cuatro y seis.
- Los niveles de madurez se caracterizan por ciertos requerimientos que deben ser cumplidos en cada ocasión.
- Los niveles son ordenados secuencialmente de un nivel inicial hasta un nivel final siendo éste último el correspondiente a la supuesta perfección.

### **2.3.3 Modelos de madurez de la gestión de proyectos**

Uno de los primeros modelos fue el Capability Maturity Model (CMM) lanzado en el 1991 para mejorar procesos relacionados con el desarrollo de software pero que luego se convirtió en estándar para la gerencia de proyectos en general. El modelo propone una estructura de cinco niveles de madurez (inicial, repetible, definido, gestionado y optimizado), unas áreas de procesos claves, unas características comunes y prácticas claves (Gresse von Wangenheim, 2010)

El modelo de madurez propuesto por la PMI en 2003 es el Organizational Project Management Maturity Model (OPM3). Con apoyo de los asociados a la PMI se cuenta con 600 buenas prácticas, 3000 capacidades y 4000 relaciones (PMI, 2008). El modelo considera:

- Las mejores prácticas.
- Las capacidades necesarias para que se logren.
- Resultados observables que muestren las capacidades.
- Indicadores clave de medición.
- El modelo contextual que incluye el proceso de gestión de proyectos.
- Las etapas del proceso de mejoramiento.
- Las relaciones entre buenas prácticas.

Otro modelo de interés es el Project Management Maturity Model (PMMM) propuesto por Kerzner (2009) que presenta cinco niveles:

- Nivel 1 Lenguaje común en la gerencia de proyectos.
- Nivel 2 Procesos comunes identificados y estandarizados para la gestión de los proyectos.
- Nivel 3 Metodología singular que combina los procesos organizacionales.
- Nivel 4 Benchmarking para mejorar las capacidades.
- Nivel 5 Mejora continua de lo anterior.

A nivel nacional existe un modelo desarrollado por el Grupo de investigación en gestión y evaluación de programas y proyectos de la Universidad del Valle. El modelo Colombian Project Management Maturity Model (CP3M) presenta mejoras al modelo propuesto por la PMI. Este modelo identifica cinco niveles de madurez para caracterizar la organización dentro de cuatro componentes: el componente institucional, el componente de administración del ciclo de vida de proyectos, el componente de estandarización y el componente estratégico de la organización (Motoa G, 2005).

El modelo de madurez propuesto por la OGC es el Programme, and Project Management Maturity Model (P3M3). Este modelo se basó en sus orígenes en el CMMI, propuesto por el SEI pero ha sido modificado particularmente de acuerdo con su propio modelo de gerencia de proyectos (OGC, 2008). El modelo utiliza cinco niveles de madurez que son:

1. Conciencia del proceso
2. Proceso repetible
3. Proceso definido
4. Proceso gestionado
5. Proceso mejorado

Adicionalmente analiza el estado de madurez de acuerdo con ciertas perspectivas de los procesos que son:

1. Gestión de beneficios
2. Compromiso de interesados
3. Control de gestión
4. Gestión financiera
5. Gestión de riesgos
6. Gobierno organizacional
7. Gestión de recursos

Como se puede apreciar la gerencia de proyectos cuenta actualmente con gran variedad de sofisticados modelos y herramientas no sólo para la gestión de proyectos sino también para evaluar la madurez en las organizaciones. Sin embargo su elevado nivel de sofisticación se enfrenta con la estructura, dinámica y cultura de las pequeñas empresas que no están en disponibilidad de aplicarlas. Solamente considerando los modelos de madurez, hay que tener en cuenta que los diferentes modelos proponen instrumentos con más de cien preguntas que deben realizarse en diferentes niveles de la organización. Debido a esto es que las investigaciones que se encuentran, como las que se presentan a continuación, proponen estructuras simplificadas para realizar el diagnóstico.

#### **2.3.4 Madurez de la gerencia de proyectos en las empresas**

Sobre el estudio de la madurez en gerencia de proyectos se han encontrado referencias nacionales e internacionales, tanto para pymes como para grandes empresas. A nivel Iberoamericano se pueden mencionar entonces a:

(Arce S. y López H, 2010) desarrollaron una investigación entre 226 empresas de diferentes sectores de la ciudad de Bogotá. El instrumento diseñado incluyó 29 preguntas tipo Likert utilizando como marco de referencia los procesos propuestos por la PMI. El estudio permitió concluir que el grado de cumplimiento está muy relacionado con el tamaño de la empresa. El grado de cumplimiento de los procesos es de 24.7% en grandes empresas, 13.6% en medianas, 8.6% en pequeñas y 6.2% en microempresas.

(Cassanelli y Muñoz, 2009) presentaron el estudio “Madurez de una PYME en Gestión de Proyecto” en el que se evaluó el grado de madurez en gerencia de proyectos en una empresa pyme argentina. El modelo consideró cuatro niveles de madurez propuestos por

Kerzner en 2001, para verificar el dominio en los conceptos propuestos por la PMI. El estudio detectó que la organización se encuentra en el nivel uno, el menor de la escala, en cuanto a la gestión de tiempos y costos, y regular en otras áreas como compras, comunicaciones y calidad. El proyecto discute, finalmente, la particularidad de que se tenga una mejor gestión en procesos diferentes a los de tiempos y costos, que generalmente se reconocen como los críticos.

(Ugas, 2008) presentó el estudio “La gestión de proyectos en las empresas del sector energético. Caso ENELVEN - CARBOZULIA” en el que evaluaron los esquemas de gestión de 275 proyectos desarrollados en dos años por empresas del sector energético Venezolano. Mediante el análisis de cada proyecto se diligenciaba un cuestionario con preguntas en escala Likert y se evaluaba el desarrollo en cuanto a ciertos dominios y subdominios definidos por el autor para evaluar la gestión de proyectos.

Los dominios fueron: la estructura organizacional, la conformación de los grupos de trabajo, las fases de los proyectos, los grupos de procesos de la gerencia de proyectos y las áreas de conocimiento<sup>1</sup>. El estudio concluyó que aunque las empresas dan importancia al alcance, tiempos, costos y compras, lo hacen de manera empírica sin un método estándar para todos los proyectos. La calidad y el riesgo de los proyectos no son temas tenidos en cuenta. Adicionalmente reconocen los procesos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre de los proyectos pero la documentación es particular para cada proyecto.

(Khawam, 2006) presentó el estudio “Grado de madurez organizacional en gerencia de proyectos en la unidad objeto de estudio de CVG Venalum” en el cual se analiza un caso en el que se examinó el estado de la gerencia de proyectos de una empresa venezolana utilizando el modelo propuesto por la PMI. La herramienta de recolección de información fue la encuesta con preguntas tipo Likert. El grado de madurez para gerencia de proyectos, programas y portafolios resultó ser de 62,8%, 61,0% y 54,7% respectivamente, es decir un nivel intermedio-alto de acuerdo con el modelo propuesto.

(Azkorreta, 2005) presentó el estudio “La Gestión de proyectos mediante las TIC’s en las Pymes” en donde investigaba por las expectativas de las empresas españolas sobre la capacitación en tecnologías de información en gerencia de proyectos. La investigación se desarrolló entre organizaciones del sector aeronáutico, automotriz, telecomunicaciones, fundición mecánica, muebles de oficina y construcción. El estudio determinó que las expectativas de las empresas no son las de mejorar sus habilidades en gerencia de proyectos sino las de buscar la aplicación de las TIC’s en sus procesos actuales sin tener en cuenta si son los correctos. La conceptualización sobre la gerencia de proyectos parece ser teórica e innecesaria, y la estructura de desagregación de trabajo no resulta de interés porque los proyectos son estándares. El análisis PERT y los calendarios detallados del proyecto tampoco son de interés de las organizaciones. La asignación de recursos resulta de menor importancia frente a la programación pues generalmente hay

---

<sup>1</sup> Los grupos de procesos y las áreas de conocimiento corresponden a la propuesta por la PMI

una fecha de entrega que cumplir. Hay gran interés por conocer la ruta crítica del proyecto pero se utiliza solamente como información que todo el mundo debe conocer sin realizar ningún seguimiento. Aunque hay interés en el cálculo del valor ganado del proyecto, se reconoce que es difícil utilizarlo pues los costos del proyecto son gestionados con otras aplicaciones informáticas.

Motoa y Solarte (2005) presentaron el artículo “Modelos de madurez en gerencia de proyectos. El Colombian Project management maturity model (CP3M)” en el primer congreso iberoamericano de investigación en administración. Los autores presentan un modelo de madurez que combina las propiedades de otros modelos como las áreas de la gerencia de proyectos propuestas por la PMI con los niveles de madurez propuestos por Kerzner. El modelo propone evaluar cuatro componentes a saber: el componente institucional, la administración del ciclo de vida de los proyectos, el de estandarización y el estratégico.

En el contexto internacional también se ha estudiado el tema, Cooke-Davies y Arzymanow (2003) estudiaron la práctica de la gestión de proyectos en 31 organizaciones de variadas industrias como son farmacéutica, construcción, telecomunicaciones, petroquímica, defensa y servicios financieros. A través de encuestas y entrevistas con expertos de los diferentes sectores identificaron 10 dominios como importantes en la práctica de la gerencia de proyectos, que fueron:

- Cultura de proyectos
- Liderazgo organizacional
- Cultura de negocios hacia los proyectos
- Gestión de multiproyectos
- Estructura, métodos y sistemas de la gerencia de proyectos
- Grado de autorización a los gerentes de proyectos
- Ubicación de la información
- Enlace de los equipos asignados a los proyectos
- Capacidad del staff en gerencia de proyectos
- Enfoque hacia la gerencia de proyectos frente a la gestión funcional

De esta estructura se derivó un conjunto de subdominios con los que se diseñó un cuestionario con preguntas tipo escala entre 0 y 5. A pesar que el estudio fue realizado entre pocas empresas como para generalizar patrones de comportamiento, los autores pudieron concluir que las industrias de base en la ingeniería se encuentran más alto en el nivel de madurez que otras que no lo son como farmacéutica y servicios financieros.

Por otro lado, (Andersen E, 2003) se propusieron investigar la madurez de la gerencia de proyectos en empresas midiendo tres dimensiones a través de diferentes categorías. La primera dimensión es la del conocimiento definido como la capacidad de llevar a cabo actividades y las categorías que lo enmarcan son el conocimiento sobre las entradas, el proceso, los resultados y la integralidad. Otra dimensión estudiada fue la de las actitudes

entendidas como la voluntad para llevar a cabo y las categorías diseñadas fueron las actitudes hacia el riesgo y la incertidumbre, hacia el poder y la delegación de poder, hacia los valores hard y soft, y finalmente hacia la cooperación. La última dimensión estudiada fue la de la acción y se estructuró alrededor de la estructura organizacional, es decir su ubicación en los niveles estratégico, táctico, administrativo y operacional.

El instrumento de investigación fue una encuesta de 36 preguntas en escala likert con 6 alternativas de respuesta que se desarrolló entre gerentes de proyectos y personal de mandos medios de 59 empresas de Noruega. La información fue procesada con estadística descriptiva en términos de medias, desviaciones estándar y alfa Cronbach para medir la consistencia interna. Aunque el número de empresas fue muy poco para generalizar resultados los autores identifican un alto nivel de madurez explicado posiblemente porque en Noruega la enseñanza y la práctica de la gestión de proyectos están muy difundidas a través de programas formales e informales.

### 3 DESARROLLO METODOLÓGICO

El desarrollo metodológico desarrollado se divide en tres etapas, en donde cada etapa está directamente relacionada con un objetivo específico. Las etapas a saber son:

1. Identificación y caracterización sistema de análisis: A partir de información económica de los sectores manufactureros establecidos como prioridad en la Agenda Interna del Valle del Cauca, se selecciona uno de estos sectores o un sub-sector. Paso seguido se realiza la descripción general del sistema productivo del conjunto de empresas que integran el sector o sub-sector seleccionado.
2. Definición de factores relevantes: Utilizando lo propuesto por diferentes modelos de madurez y gerencia de proyectos se estructuró un marco de categorías, factores e indicadores a investigar en las empresas. Posteriormente se desarrolla una prueba exploratoria en un conjunto de empresas del sector seleccionado, que permite identificar el marco definitivo a investigar.
3. Generación de agrupaciones: Contando con el marco definitivo de evaluación, se realiza la investigación entre empresas del sector definido anteriormente para recolectar la información respectiva. El análisis de la información se desarrolla con herramientas de análisis multivariado que permitan identificar agrupaciones con condiciones homogéneas internas y de condiciones no-homogéneas entre grupos, para terminar con la descripción sus características generales.

#### 3.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS

##### 3.1.1 Selección del sector industrial

La elección de una población delimitada claramente permite asegurar que la definición de componentes, categorías e indicadores se realizan respecto a las características específicas asociadas a un mismo entorno productivo, garantizando así la validez de relación de criterio que debe primar en este tipo de investigaciones (Oltra y Flor, 2007). Es por esto que esta primera etapa de la investigación inicia con la definición del conjunto de empresas a estudiar y evaluar, definiendo entonces como posibles sectores de intervención los renglones manufactureros que se encontraban como prioritarios en la agenda interna del Valle del Cauca (DNP, 2007-II) y que presentaban una alta composición de pymes en su estructura empresarial, alineando así esta investigación a los esfuerzos que se están realizando a nivel regional y nacional<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Esfuerzos asociados a lo planteado en la Agenda Interna para la productividad y competitividad de Colombia, la agenda interna del Valle del Cauca, la política nacional de productividad y competitividad y

Paso seguido se estudiaron en términos de las variables económicas sectores como confitería cárnicos, artes gráficas, confecciones y cuero entre otros, buscando realizar comparaciones entre ellos y poder determinar la importancia relativa de cada sector. Este análisis permitió conocer el contexto productivo en términos de las industrias manufactureras del Valle del Cauca, al igual que llevó a depurar los sectores productivos iniciales y concentrar esfuerzos en los sectores de artes gráficas, confecciones y cuero.

Posteriormente se iniciaron contactos con diversas entidades que agremian a las empresas de cada sector productivo seleccionado, y como resultado de dichos contactos se definió al sector pulpa, papel, cartón, artes gráficas e industria editorial, sub-sector artes gráficas como la población empresarial a estudiar. La decisión se tomó con base en la oportuna respuesta, el interés demostrado, la disponibilidad de información, la aceptación de la propuesta por parte de algunas empresas y finalmente el conocimiento previo que se tenía del entorno productivo de este sector manufacturero.

### **3.1.2 Entorno productivo**

La tasa de crecimiento del PIB de la industria de edición e impresión presentó un pico de excepcional de producción en 2005 con 14,5%, el siguiente año la industria presentó un decrecimiento de 4,9% que antecedió a un periodo de recuperación en los dos años siguientes con tasas de crecimiento ligeramente superiores a la de la economía hasta en 2007 y 2008, 9,7% y 8,1% respectivamente (BPR, 2010).

Como consecuencia de la crisis financiera internacional de 2008-2009 la industria manufacturera general presentó una variación negativa en la producción, siendo dicha contracción más pronunciada con -6.3% frente a la registrada por la industria editorial y gráfica con -4.9% (BPR, 2010). Sin embargo, el sector muestra una clara recuperación en el primer trimestre de 2010, reflejando dicha recuperación en un crecimiento de 5,67% de las ventas reales de las actividades de edición y 6,75% de impresión (BPR, 2010).

En la industria de imprentas y artes gráficas de la ciudad de Cali, la organización empresarial se ve caracterizada por una gran cantidad de empresas de pequeño y mediano tamaño (BPR, 2010). La industria gráfica produce diversidad de bienes tales como: artículos escolares y de oficina, variados tipos de empaques y etiquetas, libros y material publi-comercial, que se orientan especialmente al mercado externo (BPR, 2010).

Ya en el campo técnico-productivo, el sector de las artes gráficas se compone de relaciones técnicas y económicas movilizadas a partir de la demanda de un producto gráfico en el área publi-comercial, que concibe un documento como elemento principal y motor de las actividades de artes gráficas, las cuales efectúan su producción y

---

política nacional para la transformación productiva de las Pymes, entre otros.

reproducción mediante la generación de copias idénticas del mismo. Este ciclo de generación, fabricación y venta de materiales impresos, da lugar al encadenamiento productivo que origina procesos de manufactura tales como pre impresión (pre prensa), impresión (prensa) y post impresión (post prensa) que configuran la “tercerización” de la producción industrial (CID, 2002). La siguiente tabla muestra en detalle la composición de actividades de cada uno de los subprocesos de las empresas del sector.

**Tabla 4: Detalle de los subprocesos de las pymes del sector artes gráficas**

| PRE-IMPRESIÓN                                                                                                        | IMPRESIÓN                                                                                                                                                                                                           | POST-IMPRESIÓN                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diseño<br>Fotografía<br>Maquetación<br>Fotocomposición<br>Montaje<br>Fotomecánica<br>Pasado a plancha<br>Laboratorio | Tipografía<br>Offset<br>Huecograbado<br>Flexografía<br>Serigrafía<br>Calcografía<br>Reprografía<br>Troquelado<br>Multicopista<br>Xerografía<br>Impresión laser<br>Impresión digital<br>Chorro de tinta<br>Tipoffset | Encuadernación industrial<br>Cosido<br>Pegado<br>Plegado<br>Empacado<br>Revisado<br>Terminado |

*Fuente: Adaptado de Redondo (1999)*

La industria gráfica tiene como principal materia prima el papel; en ese orden de ideas en lo que se refiere a productos de papel para imprenta, Canadá es el principal país de origen, en especial de papeles kraft, recubiertos para escritura y otros papeles y cartones, dada la poca variedad de la oferta nacional.

Otro aspecto a destacar es que la organización empresarial para la cadena de Papel y Artes Gráficas se caracteriza por tener en la región del Valle del Cauca una gran cantidad de micro, pequeñas y medianas empresas, caracterizada por sus pocos avances tecnológicos y de dificultad de atraer inversión extranjera directa (BPR, 2010);(CID, 2002).

En términos de la presente investigación, se hace importante definir el marco de referencia en cuanto a lo que a nivel nacional (Colombia) se considera una Micro, Pequeña, Mediana empresa y gran empresa. Para tal fin se presenta la siguiente tabla, en la cual se discrimina la información por tipo de empresa en relación al número de empleados y nivel de activos.

**Tabla 5: Clasificación empresarial por tamaño en Colombia**

| TAMAÑO DE EMPRESA | MONTO DE ACTIVOS | NO. EMPLEADOS |
|-------------------|------------------|---------------|
| <i>Micro</i>      | 0 a 500          | 0 a 10        |
| <i>Pequeña</i>    | 501 a 5.000      | 11 a 50       |
| <i>Mediana</i>    | 5.001 a 30.000   | 51 a 200      |

|        |          |       |
|--------|----------|-------|
| Grande | > 30.000 | > 201 |
|--------|----------|-------|

Fuente: Artículo 2, Ley 905 de 2004 de Colombia

Tomando como base la información presentada en la tabla 5, las empresas que serán objeto de la presente investigación son las empresas que corresponden a las clasificaciones Pequeña y Mediana.

### 3.2 DEFINICIÓN DE FACTORES RELEVANTES

Una etapa importante cuando se realizan estudios de valoración y comparación de diversas unidades pertenecientes a un mismo sistema, corresponde a la selección de las variables que mejor representen los objetos estudiados y que a su vez permitan visibilizar de mejor manera el comportamiento de cada individuo (empresa) estudiado frente al resto de individuos del sistema (Gonzáles, 2009)

El proceso de selección de las variables relevantes en lo que respecta a la gestión de proyectos de las pymes del sector artes gráficas de la ciudad de Cali, se desarrolla definiendo un conjunto tentativo de categorías, factores e indicadores que luego, a través de una prueba piloto desarrollada en cuatro empresas del sector permite la estructuración del marco definitivo para la investigación.

#### 3.2.1 Definición de componentes de la madurez en proyectos

Teniendo como base la revisión de modelos de madurez presentados anteriormente se estructuró un conjunto de componentes que agruparan elementos de las diferentes propuestas. De esta manera se definieron cinco categorías temáticas como eje central de la madurez de la gerencia de proyectos en las organizaciones. Estas categorías son:

1. Gestión estratégica de proyectos. Las organizaciones deben contar con un direccionamiento estratégico, una estructura organizacional y una cultura orientada que promueva la generación de proyectos.
2. Conceptualización de proyectos. Las organizaciones deben contar con mecanismos claros de identificación de problemas, y de generación y selección de proyectos.
3. Proceso de planeación. La correcta definición de un proyecto está en cómo se estructuran diferentes elementos como el alcance, tiempo, costo, calidad, talento humano y proveedores entre otros.
4. Proceso de monitoreo y ajustes del proyecto. Las organizaciones deben contar con procesos relacionados con el seguimiento y toma de decisiones o correctivos

de acuerdo con la valoración de los diferentes elementos definidos en la planeación de los proyectos.

5. Cierre y aprendizaje. No sólo se deben cerrar correctamente los proyectos sino que se debe contar con la manera de evaluar y aprender de los mismos como factor de generación de conocimiento.

Para la construcción del marco jerárquico completo, se desagregó cada categoría en varios factores de medición y a su vez cada factor en varios indicadores. El marco final, constituido 5 categorías, 17 factores y 70 indicadores, fue probado en una prueba exploratoria y ajustado como se explica más adelante.

### **3.2.2 Definición de la herramienta de medición**

Una herramienta de medición debe garantizar la adecuada medida de los conceptos sobre los que se basa la investigación, por lo que se deben garantizar dos tipos de validez, de contenido y de relación de criterio (Oltra y Flor, 2007), y en ambos casos el diseño del instrumento o herramienta de medición incide de manera considerable.

En este sentido es importante plantear la validez de contenido como el grado en que los ítems de un instrumento son una muestra adecuada del dominio o ámbito que se pretende evaluar (Hair J., 2000), en donde la validez de contenido desde la perspectiva teórica se fundamentó en la revisión bibliográfica y el uso de modelos de amplio reconocimiento, mientras que la validez desde el punto de vista de la práctica será objeto de estudio a partir de la validación de la encuesta en una prueba exploratoria.

De otro lado la validez de relación de criterio se basa en el conocimiento del sistema de manufactura de las empresas del sector artes gráficas de la ciudad de Cali, logrado a partir de experiencias laborales del investigador en el sector y del esfuerzo realizado anteriormente en donde se estudió y caracterizó el entorno productivo de este renglón productivo.

Ahora bien, un segundo elemento que busca garantizar la validez de criterio está enfocado en el diseño de la escala de medición y las preguntas a realizar. La escala de medición está compuesta por una estructura de seis niveles como se aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Descripción de los niveles de madurez establecidos**

| NIVEL             | DESCRIPCIÓN                                                                                                                      |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (0) No se realiza | No existe un proceso.                                                                                                            |
| (1) Inicial       | Proceso impredecible, sin control, con alta variabilidad y reactivo. El éxito del proceso depende del talento de los individuos. |

|                |                                                                                                                                                                          |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (2) Repetible  | Existen procesos básicos de gestión de acuerdo a unas políticas generales.                                                                                               |
| (3) Definido   | Proceso documentado y estandarizado. Existe un entendimiento de las relaciones mutuas entre actividades y medidas del proceso.                                           |
| (4) Gestionado | Existen objetivos e indicadores cuantitativos sustentados en las necesidades de los clientes internos y externos. Se identifican las causas de la variación del proceso. |
| (5) Optimizado | Se mejora continuamente el proceso basándose en un entendimiento cuantitativo de las causas de variación.                                                                |

*Fuente: Adaptado de Motoa y Solarte (2005), OGC (2008), PMI (2006)*

Adicionalmente se estableció que para el proyecto que todos los indicadores serían evaluados con preguntas de estado de madurez. Este tipo de pregunta valora una característica, basándose en qué tan bien la organización se apega a procesos comunes y repetibles para realizar el trabajo, valorando su capacidad según la escala de seis niveles, presentada en la tabla 6, que indican la medida de las habilidades de la empresa para la gestión de cada característica (Aguirre y Córdoba, 2008).

### **3.2.3 Diseño de prueba exploratoria**

Tomando como base lo planteado por (Oltra y Flor, 2007), el procedimiento seguido para mantener la validez de contenido consistió en la realización de un pre-test o prueba exploratoria a un conjunto de empresas del sector, con la finalidad de asegurar el adecuado entendimiento de las preguntas y los términos incluidos en el cuestionario y por otro lado depurar el total de indicadores y consolidarlos en un subconjunto de los presentados inicialmente sin perder representatividad del sistema de estudio. Esta consolidación se realizó bajo la premisa de la experiencia del hacer diario de las empresas seleccionadas.

Para llevar a cabo la prueba exploratoria fueron encuestados empresarios o jefes de planta de 4 empresas del sector artes gráficas de la ciudad de Santiago de Cali. Esta selección del conjunto de empresas que participaron en la prueba exploratoria se basó en la disponibilidad manifiesta de las empresas a querer participar en el estudio, es decir, se realizó una selección por conveniencia de estas 4 empresas. Las características de dichas empresas se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 7: Características de las empresas de la prueba exploratoria**

| EMPRESA   | # DE EMPLEADOS | PRINCIPALES PRODUCTOS   |
|-----------|----------------|-------------------------|
| ATALAYA   | 10             | Litografía y publicidad |
| PROPAPPEL | 8              | Impresión               |
| TORREFLEX | 15             | Planchas litográficas   |
| PROMAQUIL | 20             | Terminados de libros    |

*Fuente: Elaboración propia*

Otro aspecto que se debe tener en cuenta referente a las empresas que participaron en la

prueba exploratoria son sus productos y enfoque de trabajo, esto puesto que como se ve en la anterior tabla se contó con una empresa que trabaja en el sub-área de pre-prensa o pre-impresión produciendo planchas litográficas (Torreflex), otra empresa que ha concentrado esfuerzos en el área de impresión como Propapel, una empresa adicional que se ha especializado en los trabajos de post-impresión o terminados (Promaquil), y una cuarta empresa que cuenta con un enfoque altamente comercial (Atalaya). Con lo anterior se garantiza que en el desarrollo de la prueba exploratoria se tuvo una aproximación desde cada uno de los subprocesos del sector artes gráficas, buscando así representatividad del sector en el desarrollo del estudio exploratorio.

Finalmente, respecto al diseño y ejecución de la prueba exploratoria, en cada caso la encuesta se realizó de manera presencial entrevistando directamente al Gerente de la empresa o al Jefe de producción, de manera que se garantizara el conocimiento del sistema de manufactura como un todo, y adicionalmente que se contara con el conocimiento específico del funcionamiento interno para cada una de las categorías que se evaluaron en esta prueba exploratoria.

### **3.2.4 *Análisis de la prueba exploratoria***

Mediante la realización de una prueba exploratoria se validó el diseño de la herramienta de recolección de información, así como la validez del uso de los indicadores que se habían diseñado inicialmente para cada factor. En este ejercicio fue de gran ayuda la participación de los empresarios quienes aportaron su experiencia y conocimiento sobre el sector. Con sus aportes se pudo determinar la no utilidad de ciertos indicadores, la no disponibilidad de información precisa para otros y la importancia de otros.

### **3.2.5 *Marco jerárquico de evaluación***

Tras el análisis de la prueba exploratoria, se definió la estructura jerárquica definitiva como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8: Marco jerárquico de evaluación**

| CATEGORÍA                           | FACTOR                        | INDICADOR                                                    |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1. Gestión estratégica de proyectos | 1.1 Direccionamiento          | Misión                                                       |
|                                     |                               | Visión                                                       |
|                                     |                               | Objetivos LP,MP,CP                                           |
|                                     | 1.2 Estructura organizacional | Organigrama                                                  |
|                                     |                               | Gestión por procesos                                         |
|                                     |                               | Perfiles cargos                                              |
|                                     |                               | Estructura salarial                                          |
|                                     | 1.3 Cultura hacia             | Evaluación de la concordancia de los proyectos con la Misión |

|                                                |                                   |                                                                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                | proyectos. Influencia estratégica | Priorización estratégica de los proyectos                                   |
|                                                |                                   | Definición de etapas del ciclo de vida del proyecto                         |
| 2.<br>Conceptualización de proyectos           | 2.1 Problema                      | Identificación de problemas que posteriormente generen proyectos            |
|                                                |                                   | Identificación de interesados de los proyectos                              |
|                                                | 2.2 Proceso de selección          | Evaluación alternativas en términos de comerciales, técnicos y financieros  |
|                                                |                                   | Desarrollo de un documento de proyecto                                      |
| 3. Proceso de planeación                       | 3.1 Alcance                       | Recolección de requerimientos de interesados del proyecto                   |
|                                                |                                   | Definición del alcance del proyecto                                         |
|                                                |                                   | Creación de estructuras de desagregación del proyecto                       |
|                                                | 3.2 Tiempo                        | Identificación de actividades                                               |
|                                                |                                   | Cronograma de hitos                                                         |
|                                                |                                   | Cronograma detallado                                                        |
|                                                | 3.3 Costos                        | Presupuesto estimado                                                        |
|                                                |                                   | Presupuesto detallado                                                       |
|                                                | 3.4 Talento Humano                | Identificación del talento humano necesario                                 |
|                                                |                                   | Se identifican los responsables del proyecto                                |
|                                                | 3.5 Proveedores                   | Se identifican todas las adquisiciones, alquileres y servicios              |
|                                                |                                   | Se evalúan los posibles proveedores                                         |
|                                                | 3.6 Otros elementos de planeación | Se identifican todos los recursos del proyecto                              |
|                                                |                                   | Se definen las características de calidad del proyecto                      |
|                                                |                                   | Se planean las comunicaciones                                               |
|                                                |                                   | Se identifican los posibles riesgos y se planean respuestas                 |
| 4. Proceso de monitoreo y ajustes del proyecto | 4.1 Monitoreo general             | Controla el estado general del proyecto                                     |
|                                                | 4.2 Monitoreo factores clave      | Alcance                                                                     |
|                                                |                                   | Cronogramas                                                                 |
|                                                |                                   | Presupuesto                                                                 |
|                                                | 4.3 Monitoreo otros factores      | Se controlan detalladamente la calidad, los riesgos, abastecimientos        |
|                                                |                                   | Se controlan detalladamente la información y relaciones con los interesados |
|                                                | 4.4 Ajustes                       | Se toman acciones correctivas de manera integrada                           |
| 5. Cierre y aprendizaje                        | 5.1 Cierre                        | Se gestiona el cierre de contratos con proveedores                          |
|                                                | 5.2 Evaluación y aprendizaje      | Se realizan evaluaciones finales de los proyectos                           |
|                                                |                                   | Se desarrolla algún aprendizaje institucional del desarrollo de proyecto    |

Fuente: Elaboración propia

La estructura dispuesta mantiene las 5 categorías y los 17 factores pero se reduce el número de indicadores a 40 con los cuales se puede conocer el estado de la gestión de proyectos de las empresas.

### 3.3 GENERACIÓN DE AGRUPACIONES

#### 3.3.1 *Obtención de la información*

Ya establecida la estructura jerárquica definitiva, el paso siguiente concierne a realización de las entrevistas correspondientes al estudio. En este sentido, es importante la cantidad de empresas que se logren entrevistar en términos de la representatividad que se pueda tener respecto al conjunto o subconjunto de empresas y la generalización de las conclusiones que se obtengan.

Para esto se requiere conocer el universo de empresas del sector, cifra que no se pudo identificar. A pesar de contar con una base de datos de empresas del sector artes gráficas se constató al realizar la prueba piloto con los Gerentes que existen muchas empresas no registradas lo que concuerda con el comportamiento de informalidad identificado en los antecedentes. La base de datos de Benchmark y páginas amarillas del directorio telefónico incluyen 52 y 51 compañías respectivamente, que en conjunto incluyen 71 compañías, sin embargo en el trabajo de campo se pudieron identificar empresas que no están incluidas.

Ante esto se debe tener en cuenta que la representatividad de una muestra viene dada por el tamaño de muestra y el sistema de muestreo utilizado (Lyman, 2010). En términos de la obtención de la muestra, se puede afirmar que dicho ejercicio se divide en dos ramas: I) La muestra probabilística y II) La muestra no probabilística. En donde el uso de una u otra rama depende de la definición de la población a estudiar, el tamaño de la población y la selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis (Lyman, 2010); (Anderson, 2009).

Así pues, partiendo de que esta investigación responde a un estudio de caso para un conjunto o subconjunto de empresas, y adicionalmente basándose en lo planteado por diversos autores estudiados en el estado del arte en donde plantean que este tipo de estudios no están condicionados por el tamaño de la muestra probabilística sino por la disposición de las empresas que quieran participar (Zahra S. , 1996); (Barad, 2001); (Boyer y Lewis, 2002); (Thun, 2008); (Golec y Taskin, 2007); (Oltra y Flor, 2007), la decisión sobre el sistema de muestreo a utilizar se orientó al muestreo no probabilístico.

Es importante entonces destacar algunas de las características de este tipo de muestreo. En el muestreo no probabilístico –también llamado muestreo dirigido o muestreo intencional–, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (acceso o disponibilidad, conveniencia, etc.) y los individuos son seleccionados con mecanismos informales y no aseguran la total representación de la población. Esto implica que no es posible calcular con precisión el error estándar de estimación, es decir, no se puede determinar el nivel de confianza con que se hace la estimación. Lo anterior se explica porque no todos los sujetos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, por lo que es esperable la no representatividad de todos los miembros de la población (Lyman, 2010). Las muestras no probabilísticas,

pese a ser consideradas poco rigurosas, son bastante frecuentes, incluso en muchas situaciones prácticas es más conveniente usar un muestreo no probabilístico que usar el muestreo probabilístico (Anderson, 2009).

Ya definido el sistema de muestreo, el paso siguiente corresponde a la selección de los individuos, la generación del contacto y la aplicación del instrumento de medición. Es así como se iniciaron contactos con diversas Pymes del sector artes gráficas de la ciudad de Cali, en donde algunas no tenían los datos actualizados, otras tantas manifestaron la intención de no participar en el estudio, unas más manifestaron su intención de participar pero nunca dispusieron de espacio para realizar la visita y aplicar el instrumento, y otro grupo manifestó su intención de participar pero las fechas establecidas para realizar la entrevista y aplicar el instrumento se salían de los plazos definidos para el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente, fueron 30 las empresas que manifestaron la disposición de participar y que permitieron en los plazos establecidos para el proyecto aplicar el instrumento. La distribución de las empresas fue: medianas empresas 3, pequeñas empresas 9 y micro empresas 18.

Al igual que en la prueba exploratoria, la aplicación del instrumento de medición se desarrolló mediante visitas a la planta de producción de cada empresa y la realización de la encuesta de manera presencial al empresario, al gerente de la empresa o al jefe de planta.

### **3.3.2 Identificación de los factores de mayor variabilidad**

Un segundo paso en referencia a la identificación de la heterogeneidad de las empresas del sector corresponde al procesamiento de datos, en donde el tamaño del problema está dado por una matriz  $n \times m$ , en donde "n" corresponde al número de empresas encuestadas y "m" al número de indicadores establecidos. En este sentido, se hacen importantes las técnicas de reducción de dimensionalidad de datos que a su vez permiten encontrar las relaciones entre los indicadores y las empresas analizadas, para lo cual se hizo uso de algunas técnicas estadísticas multivariadas, tanto para identificar los factores que mayor variabilidad aportan al conjunto de empresas estudiadas como para posteriormente generar subgrupos de empresas con características similares entre ellas.

Cuando se busca explicar el comportamiento de una variable generalmente se recurre al cálculo de la media y la desviación estándar para variables continuas o al cálculo de frecuencias si se trata de variables categóricas (Usai, 2006). Sin embargo, cuando se tienen múltiples variables y se quiere explicar el comportamiento de ellas de manera individual y de manera simultánea explicar la relación e interdependencia que tiene cada variable con el resto de ellas, el tener el promedio y desviación estándar no es suficiente, haciéndose importante el análisis multivariante de datos (Everitt, 2009).

En el contexto de este proyecto, partiendo de que no se está evaluando un solo individuo y que adicionalmente se cuenta con 40 indicadores para el análisis, se hace necesario el uso de técnicas multivariantes en el procesamiento de los datos. En este sentido, diversos autores han planteado el análisis de componentes principales como una técnica multivariante que permite definir la estructura interna de un conjunto de datos mediante la definición de una serie de dimensiones subyacentes comunes, conocidas como factores o calificaciones de los componentes principales (Hair y otros, 2000); (Johnson, 2000).

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica de interdependencia en la que se consideran todas las variables simultáneamente, mediante el cual se puede: (1) identificar las variables suplentes de una serie de variables más grande para su utilización en análisis multivariantes posteriores, y/o (2) crear una serie de variables completamente nueva, mucho más pequeña en número, para reemplazar parcial o completamente la serie de variables original. El procedimiento transforma un conjunto de variables correlacionadas de respuesta en un conjunto menor de variables no correlacionadas llamadas componentes principales (Johnson, 2000).

Los factores son creados a partir de la matriz de correlaciones de las variables iniciales, en donde los factores establecidos corresponden a una combinación lineal de las variables originales que recogen la varianza de los datos, siendo el primer factor el mejor resumen de las relaciones lineales que los datos manifiestan, el segundo factor se deriva de la varianza restante tras la extracción del primer factor y los factores siguientes se definen de forma análoga hasta haber agotado la varianza de los datos (Hair y otros, 2000). Los componentes se forman en orden decreciente de importancia de modo que no estén correlacionados, que la primera componente explique tanto de la variabilidad como sea posible y que cada componente subsiguiente tome en cuenta tanto de la variabilidad restante como sea posible (Johnson, 2000).

En relación a la valoración de la heterogeneidad de la gestión de proyectos de las empresas que participaron en el estudio, el ACP se convierte en la técnica apropiada, debido a que permitirá mediante los resultados de la medición de los indicadores definidos encontrar la combinación de variables que mayor heterogeneidad representan respecto al estado de desarrollo de la gerencia de proyectos. Teniendo en cuenta que en el estudio participaron 30 empresas y que se tienen un total de 17 indicadores, se realizó una reducción dimensional a priori de las variables de manera que la interpretación de los factores resultantes al aplicar la técnica de análisis de componentes principales fuera más práctica.

La matriz base donde se encuentran los datos que permitieron el cálculo de la matriz de correlaciones, fue una matriz en la cual se cruzó la información de las empresas contra los factores definidos en el marco jerárquico, en donde el valor de cada factor inicial corresponde al promedio de las calificaciones obtenidas en los indicadores de madurez que se desagregan de dicho factor. En este contexto, el peso de cada indicador de

madurez frente a la calificación del factor está dado por:

$$P_{ij} = \frac{1}{n_j}$$

Donde: Pij: Peso relativo del indicador i en el valor del factor j  
nj: número de indicadores de madurez que componen el factor j

Como resultado se tiene entonces una matriz  $n \times m$  en donde  $n$  que es el número de individuos corresponde a 30 y  $m$  que es el número de atributos corresponde a 17. La siguiente tabla presenta la matriz mediante la cual se utilizó la técnica análisis de componentes principales.

**Tabla 9: Matriz de datos iniciales para el ACP**

| FACTORES DE ANÁLISIS |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Empresas             | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 5.1 | 5.2 |
| E1                   | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.0 | 0.7 | 0.7 | 1.0 | 0.0 | 1.5 | 0.5 | 2.0 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 2.0 | 0.5 |
| E2                   | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 2.0 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| E3                   | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 1.3 | 0.3 | 1.0 | 2.0 | 0.0 |
| E4                   | 1.0 | 0.8 | 2.7 | 3.0 | 3.0 | 2.7 | 3.0 | 4.0 | 3.5 | 3.0 | 2.5 | 4.0 | 4.0 | 0.7 | 0.0 | 4.0 | 5.0 |
| E5                   | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 2.7 | 2.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 1.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 4.0 | 4.0 |
| E6                   | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | 0.7 | 2.0 | 1.5 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 2.0 | 1.7 | 0.7 | 1.0 | 2.0 | 1.0 |
| E7                   | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| E8                   | 0.0 | 0.3 | 1.3 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 0.8 | 3.0 | 1.3 | 0.7 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| E9                   | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 2.0 | 1.0 | 0.3 | 1.0 | 2.0 | 0.5 |
| E10                  | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 0.3 | 1.3 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 2.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| E11                  | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 0.8 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| E12                  | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 1.0 | 0.8 | 3.0 | 1.7 | 0.7 | 2.0 | 3.0 | 2.0 |
| E13                  | 1.0 | 0.8 | 1.3 | 1.5 | 2.0 | 1.7 | 2.0 | 3.5 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| E14                  | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 1.5 | 1.0 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| E15                  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| E16                  | 0.0 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.5 |
| E17                  | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 1.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 1.0 |
| E18                  | 1.0 | 1.0 | 3.0 | 2.0 | 1.5 | 2.3 | 2.7 | 3.0 | 2.5 | 3.0 | 2.8 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 2.5 |
| E19                  | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 1.5 | 1.0 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| E20                  | 1.0 | 1.0 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 2.3 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.3 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| E21                  | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 3.5 | 1.0 | 2.0 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 0.3 | 2.0 | 0.3 | 0.7 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| E22                  | 0.0 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 3.0 | 2.0 | 0.3 | 1.0 | 2.0 | 1.5 |
| E23                  | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.5 |
| E24                  | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.7 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| E25                  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.0 | 0.0 | 0.5 |
| E26                  | 1.0 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| E27                  | 1.0 | 0.8 | 1.3 | 1.0 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 0.8 | 2.0 | 0.7 | 0.7 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |

|            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>E28</b> | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 2.0 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| <b>E29</b> | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 2.0 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| <b>E30</b> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

Fuente: Elaboración propia

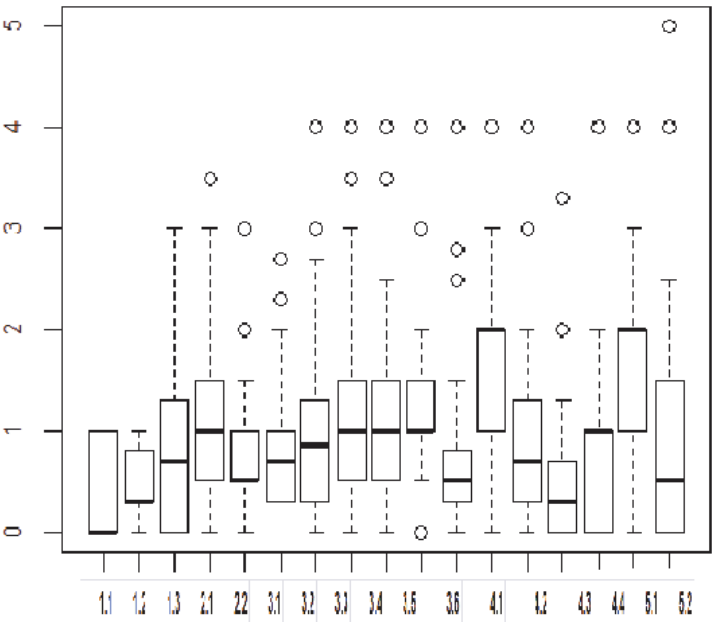
Con base en los datos de la anterior tabla, se obtiene la media y desviación estándar de cada factor –Ver siguiente *tabla*– y se construye el gráfico de cajas y alambres que se presenta en la ilustración 1.

Tabla 10: Media y desviación estándar por factor

| FACTORES DE ANÁLISIS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 2.1  | 2.2  | 3.1  | 3.2  | 3.3  | 3.4  | 3.5  | 3.6  | 4.1  | 4.2  | 4.3  | 4.4  | 5.1  | 5.2  |
| <b>Promedio</b>      | 0.38 | 0.44 | 0.81 | 1.08 | 0.92 | 0.88 | 1.08 | 1.18 | 1.28 | 1.20 | 0.72 | 1.90 | 1.07 | 0.58 | 1.00 | 1.80 | 1.05 |
| <b>Desviación</b>    | 0.45 | 0.31 | 0.87 | 0.97 | 0.89 | 0.77 | 0.92 | 1.05 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.96 | 1.13 | 0.74 | 0.91 | 1.03 | 1.33 |

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 1: Gráfico de cajas y alambres discriminado por factor



Fuente: Elaboración propia

Un primer análisis en términos generales permite concluir un bajo nivel de desarrollo en la gerencia de proyectos, pues con una calificación promedio de 1.2, apenas se entra al nivel 1 de madurez. Los valores medios de todos los factores, exceptuando el 4.1 (Monitoreo general del proyecto) y el 5.1 (Cierre del proyecto) se ubican en un rango entre 0.5 y 1.5. Es necesario recordar que la escala de evaluación va del nivel 0 al nivel 5 de madurez, donde el nivel 0 implica que los procesos no se realizan y que el nivel 1 significa

que el proceso puede ser realizado pero sin ser claramente definido ni estandarizado para todo el mundo.

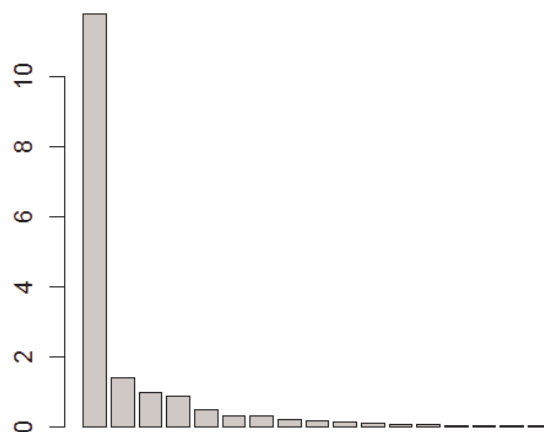
Adicionalmente al mostrar los factores 4.1 y 5.1, las calificaciones que bordean el nivel 2 de madurez (1.9 y 1.8 respectivamente) reflejan el esfuerzo por controlar y terminar correctamente los proyectos. Estos factores se plantearon de una manera general sin incluir herramientas específicas para cada factor, es decir que si bien no se tienen las herramientas para controlar específicamente el alcance, el cronograma o el presupuesto, está presente la intención por gerenciar el proyecto. Es paradójico que aun cuando se tenga clara la necesidad de controlar y cerrar los proyectos, no se le dé la misma importancia a la planeación.

Un análisis complementario se relaciona con la dispersión de las respuestas. El factor 1.2 (Estructura organizacional) es el factor que mayor concentración alrededor de la media tiene, registrando una mediana de 0.44 y el mínimo de desviación, 0.44. Esto se puede explicar por la misma naturaleza de las empresas que por su tamaño y nivel de desarrollo no cuentan con estructuras y procesos estructurados.

Por el otro lado el factor 5.2 (Evaluación y aprendizaje) es el que mayor variación tiene con 1.33, mostrando una gran variedad de situaciones entre las empresas.

En adición a este ejercicio descriptivo, buscando establecer de manera más detallada los factores que generan mayor heterogeneidad relativa y las correlaciones de dichos factores, se continuó el procesamiento de los datos en el software R 2.10.1 corriendo la técnica ACP. La ilustración 2 muestra gráficamente la distribución de la variabilidad entre los 17 factores y muestra cómo algunos componentes recogen la mayor parte de la variabilidad de los datos.

**Ilustración 2: Histograma de valores propios**



Fuente: Elaboración propia

Un análisis más detallado se muestra en la tabla 1 donde se puede notar la magnitud de

la variabilidad explicada por cada componente.

**Tabla 11: Valores propios**

| COMPONENTE | VARIABILIDAD | PORCENTAJE | ACUMULADO |
|------------|--------------|------------|-----------|
| 1          | 11.81        | 69.5%      | 69.5%     |
| 2          | 1.398        | 8.2%       | 77.7%     |
| 3          | 0.992        | 5.8%       | 83.5%     |
| 4          | 0.887        | 5.2%       | 88.7%     |
| 5          | 0.469        | 2.8%       | 91.5%     |
| 6          | 0.308        | 1.8%       | 93.3%     |
| 7          | 0.289        | 1.7%       | 95.0%     |
| 8          | 0.206        | 1.2%       | 96.2%     |
| 9          | 0.168        | 1.0%       | 97.2%     |
| 10         | 0.13         | 0.8%       | 98.0%     |
| 11         | 0.109        | 0.6%       | 98.6%     |
| 12         | 0.078        | 0.5%       | 99.1%     |
| 13         | 5.30E-02     | 0.3%       | 99.4%     |
| 14         | 4.10E-02     | 0.2%       | 99.6%     |
| 15         | 2.80E-02     | 0.2%       | 99.8%     |
| 16         | 2.20E-02     | 0.1%       | 99.9%     |
| 17         | 1.20E-02     | 0.1%       | 100.0%    |

*Fuente: Elaboración propia*

El primer componente representa el 69.5% de la variabilidad de los datos, el segundo componente representa el 8.2%, el tercero el 5.8%. También se puede notar que en términos acumulados entre los dos primeros componentes se tiene el 69.5% de la varianza en la gerencia de proyectos. Ya entre los tres primeros se tiene el 83.5% y entre los cuatro primeros componentes, de los 17, se tiene el 88.7% de la varianza.

El paso siguiente consistió en la definición del nivel de significación con el cual se trabajaría en adelante, es decir, definir para los análisis posteriores cuantos de los 17 componentes se utilizarían.

Para continuar hay que decidir si se utilizan todos los componentes o solo un subgrupo. En este caso se asume lo planteado por Hair y otros (2000) en cuanto a que uno de los criterios más utilizados, por su practicidad, simpleza y razonabilidad, es el denominado "criterio a priori" en donde el investigador decide el número de factores a extraer, basándose siempre en el conocimiento del problema. De igual manera, (Johnson, 2000) plantea que aunque se pueden definir criterios de selección, la decisión es finalmente subjetiva.

Del análisis de los resultados se nota la gran diferencia entre el primer componente y los siguientes. A pesar de la gran diferencia entre la explicación aportada por el primer componente (69.5%) y el segundo (8.2%), se decidió que para lo que sigue se consideraría únicamente los dos primeros componentes teniendo en cuenta que cubren el 73.8% de la variabilidad. Cada componente es a su vez estructurado mediante una

combinación lineal de las contribuciones de cada factor (ver tabla 12).

**Tabla 12: Contribuciones porcentuales de las variables a los ejes**

|      | 1.1  | 1.2  | 1.3 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 4.1  | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 5.1 | 5.2 |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| CP 1 | 3.8  | 5.4  | 7.4 | 5.4 | 6.2 | 6.1 | 7.2 | 5.3 | 6.9 | 5.3 | 7.3 | 5.0  | 6.9 | 6.5 | 3.4 | 5.3 | 6.5 |
| CP 2 | 26.2 | 13.0 | 2.0 | 9.7 | 6.0 | 8.3 | 0.9 | 1.4 | 2.1 | 3.3 | 2.7 | 10.9 | 6.7 | 0.5 | 2.7 | 3.0 | 0.7 |

*Fuente: Elaboración propia*

Analizando el primer componente (CP1) sobresalen los factores 1.3 (Cultura e influencia estratégica de los proyectos), 3.2 (Planeación del tiempo) y 3.6 (Otros factores de planeación) con aportes promedio mayores a 7%, seguidos muy de cerca por los factores 3.4 (Planeación del talento humano) y 4.2 (Monitoreo de factores clave de éxito) con aportes del 6.9% cada uno. Por el otro lado, analizando el segundo componente (CP2) sobresale el factor 1.1 (Direccionamiento estratégico) con el 26.2% seguido por el 1.2 (Estructura organizacional) que aporta el 13%.

Teniendo en cuenta que el primer componente aporta el 69.5% de la variabilidad y el segundo componente aporta el 8.2%, es necesario estimar la variabilidad real aportada por cada factor. En tabla 13 se puede apreciar el aporte ajustado de cada factor donde se confirma que los que mayor variabilidad aportan son los factores 1.3 (Cultura e influencia estratégica de los proyectos), 3.2 (Planeación del tiempo) y 3.6 (Otros factores de planeación), seguidos por 3.4 (Planeación del talento humano) y 4.2 (Monitoreo de factores clave de éxito).

**Tabla 13: Contribuciones porcentuales ponderados**

|      | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 5.1 | 5.2 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| CP 1 | 2.6 | 3.8 | 5.1 | 3.8 | 4.3 | 4.2 | 5.0 | 3.7 | 4.8 | 3.7 | 5.1 | 3.5 | 4.8 | 4.5 | 2.4 | 3.7 | 4.5 |
| CP 2 | 2.2 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 0.5 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.3 Definición de grupos en estudio a gran escala

La definición de subgrupos de empresas ha sido utilizada por diversos autores como base para el planteamiento de estrategias enfocadas a cada subgrupo, de manera que se concentren los esfuerzos en las necesidades específicas y características de cada subgrupo y no en caracterizaciones generales que puedan llegar a ser poco representativas para las empresas de un mismo sector (Zahra, 1996); (Cunha, 2005); (Usai, 2006); (Thun, 2008), en donde los subgrupos de empresas han sido definidos mediante la técnica estadística de análisis de clúster o también llamada análisis de conglomerados.

El análisis de conglomerados consiste en buscar grupos de un conjunto de observaciones de forma tal que aquellas que pertenecen a un mismo grupo se parezcan, mientras que

aquellas que pertenecen a grupos distintos son disímiles, según algún criterio de distancia o de similitud (Everitt, 2009). Para realizar dichas observaciones las medidas pueden ser cuantitativas o cualitativas (Abonyi, 2007).

Un aspecto a destacar de esta técnica es que no es una técnica de inferencia estadística en que se analizan los parámetros de una muestra en la medida en que puedan ser representativos de una población. Este análisis es una metodología objetiva de cuantificación de las características estructurales de un conjunto de observaciones. Como tal, tiene fuertes propiedades matemáticas pero no fundamentos estadísticos. Las exigencias de la normalidad, linealidad y homocedasticidad que son tan importantes en otras técnicas tienen poco peso en el análisis de conglomerados (Romesburg, 2004).

Cuando se va a aplicar análisis de conglomerados debe definirse de antemano cual enfoque de creación de grupos se utilizará, puesto que existen dos tipos de enfoque: jerárquico y no jerárquico (Everitt, 2009). La decisión depende de los objetivos del estudio y de las propiedades de los distintos métodos (Everitt, 2009); (Abonyi, 2007). Para este proyecto como no se tiene ninguna opinión a priori del número razonable de conglomerados ni se tiene la posibilidad de obtener una semilla fiable como se plantea metodológicamente en el análisis no jerárquico, es mejor realizar un análisis jerárquico para utilizar sus herramientas y definir un número de conglomerados a partir de las características propias de las observaciones realizadas.

Luego, se deben calcular las medidas de asociación para establecer qué tanto se parecen las empresas entre sí. En este sentido la mayoría de autores recomiendan utilizar diversos procedimientos (Semejanza Simple, Medida de Jaccard, Medida de Russell y Rao y Medida de Chi-Cuadrado) y comparar sus resultados (Johnson, 2000). Si distintos métodos aportan agrupaciones similares, será razonable suponer que existe una agrupación natural objetiva. Si no fuera así, habría que examinar las distintas agrupaciones a la luz de un marco teórico o de trabajo precedentes para elegir el resultado más razonable (Romesburg, 2004).

Paso seguido, se debe aplicar el Análisis de Conglomerados Jerárquico que se había definido. Los métodos de agrupación jerárquica que se aplicarían son: El vecino más cercano, el vecino más lejano y la vinculación promedio.

La representación gráfica de la Agrupación Jerárquica es llamada un Dendograma o árbol jerárquico que muestra el resultado del proceso de agrupamiento en forma de árbol. En la parte inferior del gráfico se disponen los elementos iniciales. Las uniones entre elementos se representan por tres líneas rectas. Dos dirigidas a los elementos que se unen y que son perpendiculares al eje de los elementos y una paralela a este eje que se sitúa al nivel en que se unen. El proceso se repite hasta que todos los elementos están conectados por líneas rectas. Claramente el investigador debe decidir en qué fase quiere detener el proceso de la fusión o división (Everitt, 2009).

Finalmente, se deben describir los grupos que se han obtenido y compararlos unos con los otros. Para ello bastará con ver qué valores promedio toman las variables utilizadas en el análisis de conglomerados en cada uno de los grupos obtenidos, es importante mencionar que para descripciones rigurosas de las relaciones intra-grupos y entre grupos se suele complementar con el análisis discriminatorio (Hair y otros, 2000).

De acuerdo con el diseño conceptual de la técnica de análisis de conglomerados, es importante el número de individuos que participen en el análisis, considerando un número aceptable de individuos que justifique el análisis de conglomerados de por lo menos treinta, siempre y cuando este número de individuos sea superior al número de indicadores definidos, esto con el fin de que el proceso de agrupación jerárquica iterativa logre converger (Romesburg, 2004; Everitt, 2009). Tomando en cuenta lo descrito, el uso de análisis de conglomerados será de gran utilidad en posteriores investigaciones en donde el número de individuos encuestados supere el número de indicadores establecidos. Por tal motivo esta técnica no fue usada en este proyecto.

### 3.3.4 Definición de grupos a pequeña escala

Para identificar los subgrupos se tienen en cuenta los factores 1.3, 2.1, 3.1, 3.6 y 4.2 ya que son los que mayor variabilidad aportaron en el análisis anterior. La información correspondiente a los factores para las empresas encuestadas, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 14: Indicadores de mayor variabilidad**

| EMPRESA | FACTORES |     |     |     |     |
|---------|----------|-----|-----|-----|-----|
|         | 1.3      | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 4.2 |
| E1      | 0.7      | 0.7 | 0.0 | 0.5 | 0.7 |
| E2      | 0.0      | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 |
| E3      | 0.0      | 1.3 | 1.5 | 0.5 | 1.3 |
| E4      | 2.7      | 3.0 | 3.5 | 2.5 | 4.0 |
| E5      | 2.0      | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 3.0 |
| E6      | 0.3      | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.7 |
| E7      | 0.7      | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.7 |
| E8      | 1.3      | 1.0 | 1.5 | 0.8 | 1.3 |
| E9      | 0.0      | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 |
| E10     | 1.0      | 1.3 | 1.5 | 0.5 | 0.3 |
| E11     | 0.7      | 0.7 | 1.5 | 0.8 | 1.0 |
| E12     | 0.7      | 1.0 | 2.0 | 0.8 | 1.7 |
| E13     | 1.3      | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.3 |
| E14     | 0.3      | 1.0 | 1.5 | 0.5 | 0.7 |
| E15     | 0.0      | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 |
| E16     | 1.0      | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.7 |
| E17     | 0.3      | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| E18     | 3.0      | 2.7 | 2.5 | 2.8 | 3.0 |

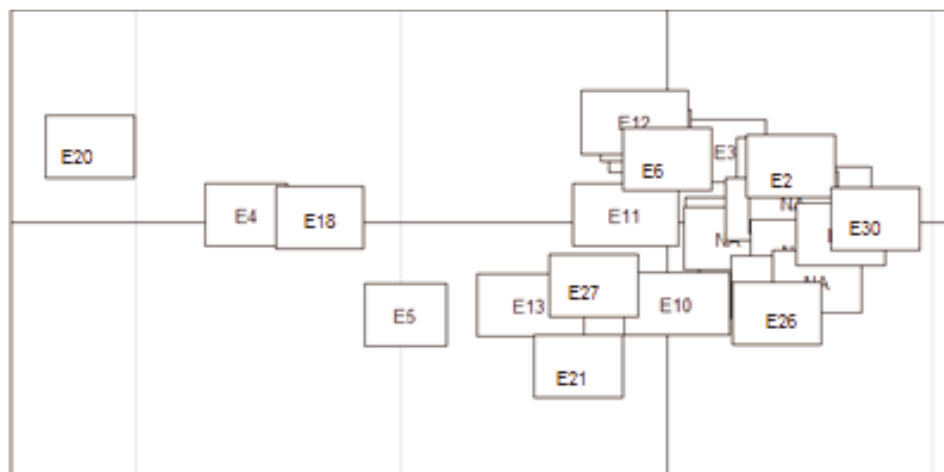
|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E19 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.0 | 0.3 |
| E20 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| E21 | 1.3 | 0.7 | 1.5 | 0.3 | 0.3 |
| E22 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 2.0 |
| E23 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 0.0 |
| E24 | 0.3 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| E25 | 0.0 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.0 |
| E26 | 0.7 | 0.3 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| E27 | 1.3 | 1.3 | 1.5 | 0.8 | 0.7 |
| E28 | 0.0 | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 |
| E29 | 0.0 | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 |
| E30 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Fuente: Elaboración propia

Como estrategia de agrupación existen diversas medidas de asociación entre variables, ya sean cuantitativas o cualitativas (Hair y otros, 2000). En términos prácticos algunas de las medidas de agrupación que se han venido usando corresponden a las denominadas: El vecino más cercano, el vecino más lejano y la vinculación promedio, también se encuentran propuestas de agrupación desde las técnicas de tecnología de grupos, agrupadas en de clasificación y de análisis de clúster (Malakooti, 2004).

Para este caso se optó por generar los grupos por el método de clasificación que corresponde a tecnología de grupos (Malakooti, 2004). Para tal fin se utilizaron los resultados del software R 2.10.1 para generar la representación de los individuos en un plano cartesiano normado, de manera que se pueda observar su distribución cartesiana respecto a las dos dimensiones de heterogeneidad establecidas –ver siguiente ilustración–.

**Ilustración 3: Representación de los individuos en plano factorial**



Fuente: Elaboración propia

Tomando como base la representación cartesiana de la anterior figura, en donde el eje horizontal representa al primer componente y el eje vertical representa el segundo, y teniendo en cuenta que el primer componente representa el 58.4% de la variabilidad total, se plantea una agrupación de individuos en donde su cercanía está dada por la distancia entre ellos en el plano horizontal. De esta manera se puede notar que el primer grupo resultante, como se ve en la ilustración, son la empresa 20, 4, 18 y 5, y el otro grupo está conformado por el resto de compañías.

Al aplicar esta propuesta de agrupación, se obtienen dos subgrupos de empresas, siendo estos subgrupos y los indicadores de cada factor, al igual que la desviación estándar y media de cada individuo y del grupo los presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 15: Indicadores discriminados por grupos:**

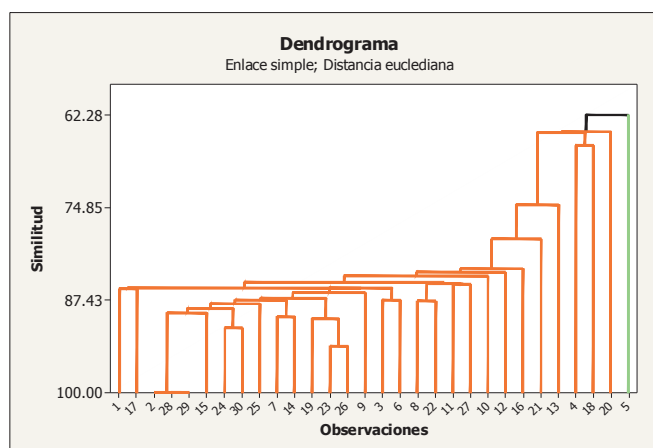
| AGRUPACIÓN | EMPRESA | FACTORES |     |     |     |     | PROMEDIO | DESVIACIÓN | PROMEDIO | DESVIACIÓN |
|------------|---------|----------|-----|-----|-----|-----|----------|------------|----------|------------|
|            |         | 1.3      | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 4.2 |          |            |          |            |
| Grupo 1    | E1      | 0.7      | 0.7 | 0.0 | 0.5 | 0.7 | 0.50     | 0.29       | 0.70     | 0.5        |
|            | E2      | 0.0      | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 0.52     | 0.39       |          |            |
|            | E3      | 0.0      | 1.3 | 1.5 | 0.5 | 1.3 | 0.93     | 0.65       |          |            |
|            | E6      | 0.3      | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.7 | 1.40     | 0.72       |          |            |
|            | E7      | 0.7      | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.7 | 0.77     | 0.22       |          |            |
|            | E8      | 1.3      | 1.0 | 1.5 | 0.8 | 1.3 | 1.18     | 0.30       |          |            |
|            | E9      | 0.0      | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.50     | 0.50       |          |            |
|            | E10     | 1.0      | 1.3 | 1.5 | 0.5 | 0.3 | 0.93     | 0.51       |          |            |
|            | E11     | 0.7      | 0.7 | 1.5 | 0.8 | 1.0 | 0.92     | 0.35       |          |            |
|            | E12     | 0.7      | 1.0 | 2.0 | 0.8 | 1.7 | 1.22     | 0.59       |          |            |
|            | E13     | 1.3      | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.3 | 1.63     | 0.34       |          |            |
|            | E14     | 0.3      | 1.0 | 1.5 | 0.5 | 0.7 | 0.80     | 0.46       |          |            |
|            | E15     | 0.0      | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.28     | 0.18       |          |            |
|            | E16     | 1.0      | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.68     | 0.32       |          |            |
|            | E17     | 0.3      | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.17     | 0.24       |          |            |
|            | E19     | 0.3      | 0.3 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | 0.30     | 0.18       |          |            |
|            | E21     | 1.3      | 0.7 | 1.5 | 0.3 | 0.3 | 0.82     | 0.57       |          |            |
|            | E22     | 0.7      | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 1.03     | 0.58       |          |            |
|            | E23     | 0.7      | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 0.0 | 0.45     | 0.39       |          |            |
|            | E24     | 0.3      | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.20     | 0.30       |          |            |
|            | E25     | 0.0      | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.27     | 0.25       |          |            |
|            | E26     | 0.7      | 0.3 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.40     | 0.43       |          |            |
|            | E27     | 1.3      | 1.3 | 1.5 | 0.8 | 0.7 | 1.12     | 0.38       |          |            |
|            | E28     | 0.0      | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 0.52     | 0.39       |          |            |
|            | E29     | 0.0      | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 0.52     | 0.39       |          |            |
|            | E30     | 0.0      | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.07     | 0.15       |          |            |
| Grupo 2    | E4      | 2.7      | 3.0 | 3.5 | 2.5 | 4.0 | 3.13     | 0.62       | 2.90     | 0.8        |
|            | E5      | 2.0      | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 3.0 | 1.90     | 0.74       |          |            |
|            | E18     | 3.0      | 2.7 | 2.5 | 2.8 | 3.0 | 2.78     | 0.22       |          |            |

|  |     |     |     |     |     |     |      |      |  |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
|  | E20 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.80 | 0.45 |  |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--|

Fuente: Elaboración propia

En segunda instancia se realizó la agrupación por análisis de cluster mediante la medida de similitud entre los individuos de cada grupo. Para ello se utilizó el software Minitab®, que realizó un análisis de clúster utilizando la información de los factores y generó así el dendrograma mostrado en la ilustración 4 que confirma los resultados del método de clasificación antes utilizado. Hay que resaltar que para la generación de los grupos, al software se le especificó que creara dos grupos sin definir los miembros de cada uno. En la ilustración se muestra que, de acuerdo con la similitud, un grupo está conformado por las empresas 4, 18, 20 y 5, y el otro grupo está conformado por el resto de compañías.

Ilustración 4: Dendrograma de los grupos de empresas definidos.



Fuente: Elaboración propia

El primer grupo incluye 21 empresas que tienen un menor nivel de desarrollo, de las cuales una es mediana, 7 son pequeñas y 18 son micro empresas como se aprecia en la tabla 16. El segundo grupo es el de las empresas con mejor nivel de desarrollo de las cuales 2 son medianas (las empresas codificadas en el proyecto como E4 y E20) y otras 2 son pequeñas (codificadas como E5 y E18).

Tabla 16: Agrupación de empresas muestreadas

|                 | MUESTREADAS | GRUPO 1                                                                            | GRUPO 2 |
|-----------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Mediana empresa | 3           | E10                                                                                | E4, E20 |
| Pequeña empresa | 9           | E1, E11, E12, E14, E21, E24, E26                                                   | E5, E18 |
| Micro empresa   | 18          | E2, E3, E6, E7, E8, E9, E13, E15, E16, E17, E19, E22, E23, E25, E27, E28, E29, E30 |         |

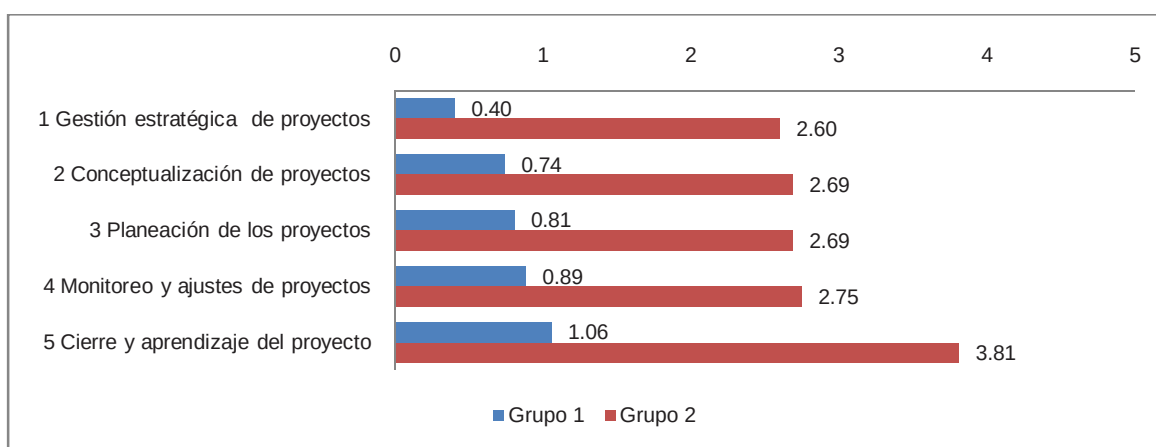
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5 Caracterización de grupos

Habiendo identificado estos dos grupos de empresas, se puede realizar una descripción más detallada y un análisis comparativo entre ellos como se aprecia en la ilustración 5. En primera instancia se nota que el grupo 1 se encuentra en un nivel de gestión de proyectos menor que el grupo 2. Con un promedio de calificación de 0.70 el grupo 1 se encuentra en un bajo nivel de desarrollo de la gerencia de proyectos en el que no todos los procesos necesarios se desarrollan y los que se desarrollan no son estandarizados para todo el personal. En estas empresas las cosas se hacen de acuerdo con lo que cada quien desarrolla o entiende.

Por el otro lado, el grupo 2 se encuentra en un nivel de gestión de proyectos superior al anterior. Con un promedio de calificación de 2.91, y de acuerdo con los factores analizados, estas empresas intentan relacionar sus proyectos con la importancia estratégica, comprenden mejor los problemas que originan los proyectos, realizan monitoreo de los factores clave de éxito de los proyectos y al final evalúan e intentan aprender para las siguientes ocasiones. Sin embargo aun adolecen de la estandarización necesaria para que todos por igual desarrollen los procesos y que a su vez puedan ser medidos mediante indicadores.

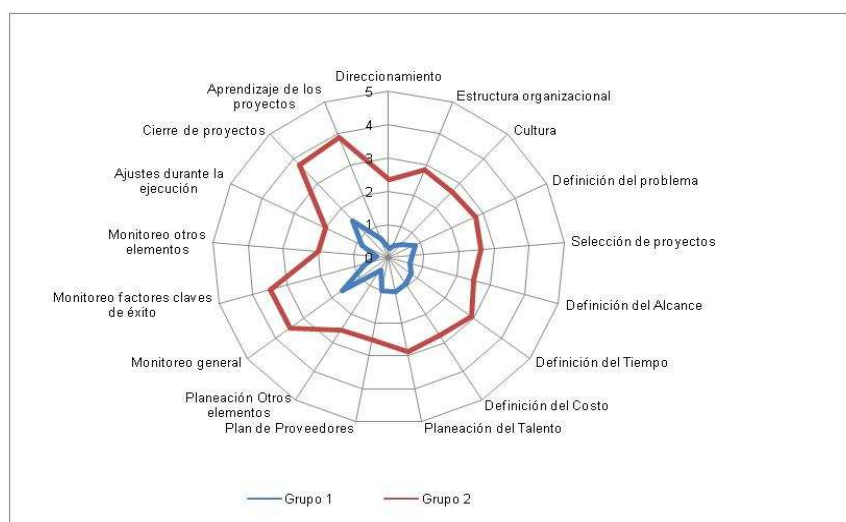
**Ilustración 5: Calificación de categorías por grupos**



*Fuente: Elaboración propia*

Un análisis más detallado puede ser visto en la ilustración 6 que corresponde a un gráfico radial de los datos. En él se observan la calificación de cada uno de los factores relativos al punto central del diagrama. Se puede notar cómo el grupo 2 tiene una mejor calificación de los diferentes factores evaluados.

**Ilustración 6: Gráfico radial Grupo 1 Vs Grupo 2**



*Fuente: Elaboración propia*

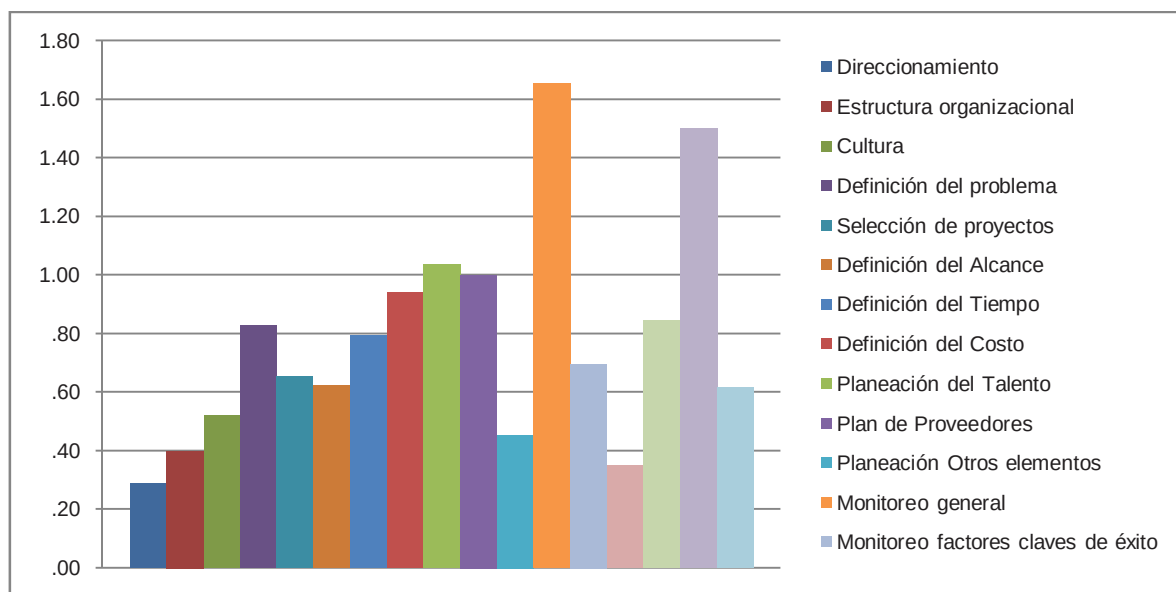
### 3.3.5.1 Caracterización del Grupo 1

#### **Gestión estratégica de los proyectos**

Esta es la primera categoría definida para establecer la madurez de las empresas y está compuesta por tres factores que son el direccionamiento estratégico de las empresas, la estructura organizacional que debería seguir la estrategia y cultura e influencia estratégica de los proyectos.

En primera instancia, como se muestra en la ilustración 7, una calificación de 0.29 en el componente de direccionamiento implica que este grupo de empresas no cuenta con un direccionamiento estratégico relacionado con el establecimiento de una misión, visión u objetivos de largo, mediano o corto plazo que dirijan sus acciones. Si bien algunas empresas mostraron redacciones de misión y visión corresponden a ejercicios incipientes y aislados más que a un ejercicio estructurado de pensamiento estratégico.

**Ilustración 7: Indicador del nivel de madures del grupo 1**



*Fuente: Elaboración propia*

Adicionalmente, la estructura organizacional que debe seguir al ejercicio de pensamiento estratégico se exploró alrededor de la existencia de un organigrama, una gestión por procesos, perfiles de cargos y una estructura salarial acorde. Este grupo obtuvo una calificación de 0.4 en el componente de estructura organizacional, estas empresas no cuentan con avances en los tres primeros factores y la valoración promedio se debe a que sí cuentan con estructuras salariales. Las empresas no avanzan en estos temas dado que no son necesarios para su gestión diaria en cambio sí es muy importante contar con una estructura de costos clara para poder subsistir.

Finalmente, una calificación de 0.52 denota que no existe una cultura orientada hacia los proyectos congruentes con una influencia estratégica de los mismos. Ubicándose en el primer nivel de categorización, no existen o se presentan esporádicamente actividades relacionadas con la evaluación de la concordancia de los proyectos con la misión y visión, no se priorizan estratégicamente los proyectos y no se tiene clara la importancia del reconocimiento de las etapas del ciclo de vida del proyecto.

### **Conceptualización de los proyectos**

El primer factor a tener en cuenta es el problema que da origen a los proyectos, que en este grupo no es realmente considerado. Con una pobre calificación, 0.83, se entiende que los proyectos que las organizaciones ponen en marcha no siguen un proceso formal de identificación y análisis de los problemas ni de los interesados en el proyecto y más bien siguen las directrices del gerente.

En consonancia con lo anterior, el componente de selección de los proyectos presenta un pobre desempeño. Con una calificación de 0.65 se denota que los gerentes de las

empresas son quienes analizan cualitativamente los beneficios y costos de los proyectos sin aplicación de metodologías específicas que tampoco se concretan con la formulación de un documento de proyecto.

### **Planeación de los proyectos**

En términos de los factores clave de éxito como alcance, tiempo y costo hay una paradoja que resaltar. No se realizan procesos relacionados con el alcance de los proyectos, aunque se encuentra un primer nivel de desarrollo en la gestión del tiempo y costos del proyecto.

Este grupo de empresas obtuvo una calificación de 0.62 en el componente de planeación del alcance. En general no se cuenta con procesos relacionados con la recolección y análisis de requerimientos de los proyectos, ni con la definición del alcance del proyecto ni con el diseño de estructuras de desagregación de trabajo.

Pero por otro lado, estas empresas muestran esbozos de otros procesos de planeación. El componente de planeación de tiempos obtuvo una calificación de 0.79, las empresas identifican las actividades del proyecto e incluso diseñen cronogramas así sea de hitos. Sin embargo en este nivel no se realizan cronogramas detallados ni optimizados con diagramas de redes.

Con una calificación de 0.94 en el componente de planeación del costo se denota un mayor esfuerzo de las empresas así sea en términos de estimaciones que intentan cubrir todo lo relacionado con el proyecto. En términos ponderados la gestión del costo es más desarrollada en estas empresas, esto debido a que el recurso financiero es de suma importancia para la gestión diaria de las organizaciones de este tamaño.

Otros elementos a planear se encuentran no muy lejos, con 1.04 en el componente de gestión del talento humano y 1.00 en el de proveedores, las empresas cuentan con procesos así sea que no estén claramente definidos y estandarizados. En razón a su relación con el costo de los proyectos, para estas empresas la identificación y selección de las personas y los proveedores para los proyectos, los gerentes tratan de tomar decisiones más precisas.

Finalmente, las empresas no cuentan con procesos orientados hacia otros factores relacionados con la planeación de los proyectos como pueden ser la calidad, los riesgos o las comunicaciones de los proyectos. En cuanto a estos factores las empresas dan una menor prioridad (0.45) que incluso el alcance de los proyectos.

### **Monitoreo y ajustes en la ejecución de los proyectos**

En términos del seguimiento de los proyectos en estas empresas se intenta realizar el control de manera general (1.65) sin monitorear en detalle los factores clave de éxito

(0.70) como alcance, tiempo y costo. En contraposición las empresas no ponen el mismo esfuerzo (0.35) en el seguimiento de otros factores que pueden llegar a ser importantes en el seguimiento, como la calidad, los riesgos o la comunicación entre los miembros del proyecto. De la misma manera frente a los cambios que se deben realizar durante la ejecución del proyecto se cuenta con procesos, se realizan actividades aunque no necesariamente han sido estandarizados para todo el personal (0.85). Nuevamente depende de las habilidades de las personas.

#### **Cierre de los proyectos y aprendizaje organizacional**

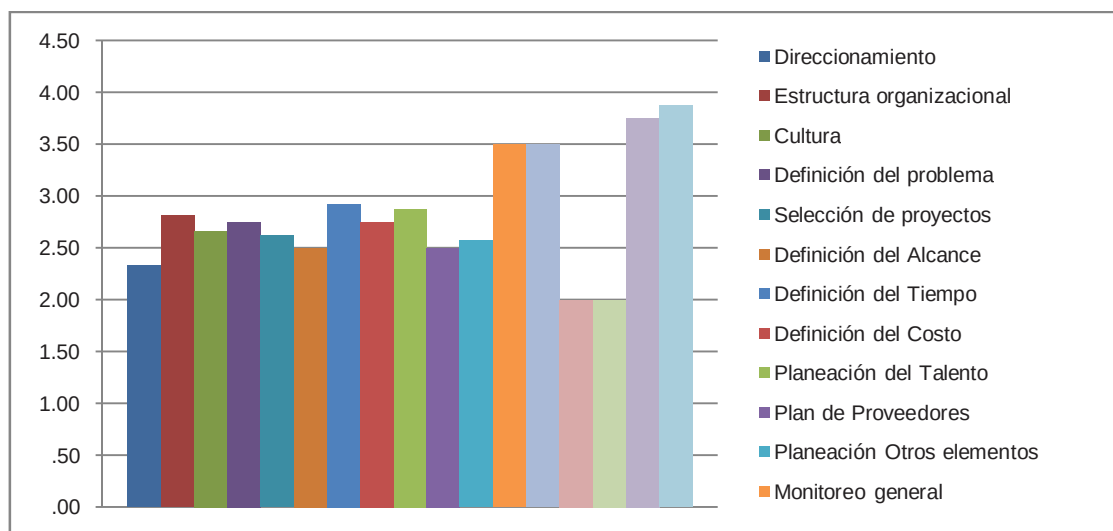
El cierre de contratos con todo tipo de proveedores es lo que mayor atención recibe en las empresas de este grupo (1.50). Las organizaciones se encuentran en primer nivel de madurez lo que implica que se realizan procesos aunque sin estandarizar para todo el personal. En cuanto al aprendizaje se consideró la evaluación final de los proyectos para conocer el impacto real de la ejecución del proyecto y adicionalmente la generación de algún tipo de aprendizaje para la organización. Frente a estos indicadores las empresas se encuentran en un nivel cero de madurez, es decir que no se desarrolla proceso alguno al respecto.

### **3.3.5.2 Caracterización del Grupo 2**

#### **Gestión estratégica de los proyectos**

El factor direccionamiento estratégico tiene una calificación de 2.33, ubicando al grupo en nivel 2 de madurez, como se puede ver en la ilustración 8. Estas empresas cuentan con procesos relacionados con el establecimiento de una misión, visión y objetivos de largo, mediano o corto plazo que dirigen sus acciones, como se ve en la siguiente ilustración, aunque adolecen aún de los mecanismos necesarios para evaluarlos y mejorarlos.

**Ilustración 8: Indicador del nivel de madurez del grupo 2**



*Fuente: Elaboración propia*

En concordancia con la gestión estratégica de los proyectos, este grupo también cuenta con una estructura organizacional (2.81) representada por organigramas, perfiles de cargos y estructuras salariales, si bien no todas cuentan con gestión por procesos. En el mismo nivel se encuentra el factor cultura e influencia estratégica (2.67) mostrando que las empresas cuentan con procesos orientados hacia la evaluación de los proyectos de acuerdo con su importancia estratégica y además se intentan priorizar de acuerdo con ello teniendo en cuenta su misión y visión. Sin embargo, en el nivel 2 de madurez, aún es necesario estandarizar y contar con los mecanismos para el mejoramiento.

### **Conceptualización de los proyectos**

Las empresas de este grupo se encuentran en el nivel dos de madurez, cuentan con procesos estandarizados, es decir que han sido diseñados, comunicados y seguidos por todos quienes tienen que ver con ellos. Estas empresas no inician proyectos sin haber identificado completamente los problemas que se quieren resolver (2.75), involucran los interesados y se evalúan los proyectos (2.63). Sin embargo, estas prácticas no son estandarizadas en la organización y aún adolecen de los medios para medirlos y mejorarlos.

### **Planeación de los proyectos**

En general este grupo de empresas cuenta con procesos definidos y conocidos por todos para realizar la planeación de los proyectos. En relación con el alcance (2.50), los tiempos (2.93), los costos (2.75) y el talento humano (2.88) para los proyectos, cuentan con procesos específicos aunque aún no han sido documentados. Adicionalmente las empresas de este grupo se preocupan (2.58) por componentes como la calidad, los riesgos o las comunicaciones de los proyectos aunque no cuenten con procesos bien definidos. Sin embargo, al igual que el factor anterior, aún requiere de medición y mejoramiento.

### **Monitoreo y ajustes en la ejecución de los proyectos**

En términos del seguimiento de los factores clave de éxito como alcance, tiempo y costo las organizaciones se encuentran en el nivel tres de desarrollo (3.50), es decir que cuentan con procesos estandarizados y documentados para realizarlo.

Sin embargo se encuentran todavía factores por mejorar. En cuanto a otros factores a controlar como calidad, riesgos o aprovisionamientos, existen procesos pero no han sido estandarizados por lo que su desarrollo depende de quién los realice (2.00). Lo mismo sucede con los procesos relacionados con la realización de ajustes acordes con el propósito de los proyectos, que con una calificación de 2.00, implican que existen pero no de manera estandarizada.

### **Cierre de los proyectos y aprendizaje organizacional**

Esta categoría es la que las empresas tienen más desarrollada ubicándolas en el nivel tres de desarrollo, el más alto en toda la evaluación. Esto significa que las empresas no solo cuentan con procesos estandarizados y documentados sino que se les hace revisión para mejorarlos. Con una calificación de 3.75 en el componente de cierre y evaluación expost de los proyectos y de 3.88 el aprendizaje de los proyectos son procesos importantes para las empresas.

## 4 CONCLUSIONES

Se ha logrado diseñar un método para realizar el diagnóstico de la madurez de la gerencia de proyectos en Mipymes de un sector productivo de la ciudad de Cali. Partiendo desde una solida base teórica, conformada por diferentes modelos de madurez, se pudieron integrar los principales elementos en un modelo de diagnóstico para el estado de la gerencia de proyectos con aplicación en Mipymes. La aplicación del método en el sector artes gráficas de la ciudad de Cali, permitió ubicar al grupo de empresas en el nivel 1 de madurez que implica que lo que se hace depende de quien lo haga, pueden existir procesos pero no son estandarizados y conocidos por todos, mucho menos medidos y mejorados.

Mediante la revisión del estado del arte se pudieron identificar diferentes enfoques para establecer la madurez, lo que permitió diseñar un conjunto de categorías, factores e indicadores de análisis, como también el instrumento de medición y el método de agrupación de las empresas. La integración de enfoques como el OPM3, P3M3, PMMM y el CP3M permitieron diseñar una estructura integral y no restringida a modelos propietarios. También se confirmó la divergencia de enfoques para evaluar la gestión de proyectos en las empresas, pasando por la definición de factores a evaluar como en las escalas de evaluación utilizadas.

De igual manera, se comprobó que es posible identificar el estado de madurez de pequeñas empresas a través de un instrumento sintético que puede considerarse simplificado en comparación con los utilizados para diagnosticar grandes organizaciones. La investigación pudo ser realizada evaluando 40 indicadores enmarcados en 17 factores y a su vez en 5 categorías mientras que los modelos consultados cuentan con instrumentos de más de cien preguntas.

De esta integración de enfoques resalta la necesidad de la inclusión de lo que en el proyecto se catalogó como Gestión estratégica de proyectos y la conceptualización de los proyectos. El proyecto utilizó 14 indicadores para intentar medir factores como el direccionamiento estratégico, la estructura organizacional, la cultura hacia los proyectos, la identificación de los problemas y oportunidades que dan origen a los proyectos y el proceso de estructuración de alternativas de proyectos y su selección. La investigación encontró que las empresas que tienen mejor calificación en estos factores están mejor posicionados para la planeación, control y cierre de los proyectos.

El diseño metodológico probado en el sector de artes graficas mostró la utilidad de vincular la realidad del sector expresada en la visión de los Gerentes de las empresas con el marco teórico de los modelos propuestos, alcanzando un diagnostico fidedigno de la madurez de dos grupos de empresas. Parte fundamental de este tipo de trabajos se encuentra en el desarrollo de pruebas piloto con expertos, sean los Gerentes o los encargados de las operaciones, para ajustar los instrumentos a la realidad del sector. De

esta manera el conjunto de indicadores a utilizar se redujo de 70 a 40 facilitando el levantamiento de información y su análisis.

El análisis estadístico detallado de la información permitió tener precisiones sobre la realidad de las empresas que no hubiera sido posible identificar si solamente se analizaran con elementos de estadística descriptiva. El análisis de componentes principales complementado con el análisis de conglomerados permitió, con confianza, identificar grupos de empresas con similar nivel entre sí pero con marcada diferencia entre los mismos. El primer grupo, con una calificación de 0.70, se encuentra en el nivel cero de madurez mientras que el segundo grupo con calificación 2.91 está por pasar al nivel tres de madurez. Este conocimiento diferenciado permitiría tomar decisiones específicas de tipo sectorial en el bien de implementar mejoras en cada grupo.

Dada la naturaleza única de un proyecto, en contraste con los procesos u operaciones de una organización, administrar un proyecto requiere de un enfoque de gestión específico, así como un conjunto de habilidades y competencias específicas que de acuerdo con el nivel de madurez pueden ser mejorados de manera específica de acuerdo con el nivel identificado.

Queda abierto el camino para futuras investigaciones alrededor de la guía metodológica y las técnicas utilizadas en busca de mejorar el nivel de detalle de la información. Así mismo, teniendo en cuenta la dinámica en la que operan las pymes, es importante el estudio de la madurez en otros sectores industriales de manera que permita validar la guía y técnicas propuestas.

Finalmente queda abierta la posibilidad de que los resultados del estudio puedan ser tenidos en cuenta en el proceso de diseño de políticas sectoriales para la región teniendo en cuenta el plan exportador en el que el sector artes graficas se encuentra y además de los diferentes programas gubernamentales para apoyar el desarrollo de las pyme.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- Abonyi, J. y Feil, B. (2007). *Cluster analysis for data mining and system identification*. Birkhauser.
- Aguirre, S. y Córdoba N. (2008). Diagnostico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas. *Ingeniería y Universidad*, 12, 245-267
- Ahlemann, F., Teuteberg, F., & Vogelsang, K. (2009). Project management standards - Diffusion and application in Germany and Switzerland. *International Journal of Project Management*, 27(3), 292-303.
- Andersen, E. S., & Jessen, S. A. (2003). Project maturity in organisations. *International Journal of Project Management*, 21(6), 457-461.
- Anderson, D. Sweeney, D. y Williams, T. (2009). *Statistics for business and economics*. Decima edición. Thomson editores.
- Aranda H, S. J. (2008). Gestión de la Innovación Tecnológica en PYMES agroindustriales Chihuahuenses. *Revista Mexicana de Agronegocios*, julio-diciembre, vol XII, número 23, pag 681-694.
- Arce S. y López H. (2010). Valoración de la gestión de proyectos en empresas de Bogotá. Nivel de madurez en gestión de proyectos. *Revista EAN*, 69 60-87 .
- Azkorreta, K. (2005). *La Gestión de proyectos mediante las TIC's en las Pymes. IX Congreso de Ingeniería de Organización. España.* .
- Barad, M. y. (2001). Linking improvement model to manufacturing strategies – a methodology for SME's and other enterprises. *International Journal of Productions Research*. Vol 39, pp 2675-2695.
- Boyer y Lewis. (2002). Competitive priorities: Investigating the need for trade-offs in operations strategy. *Production and Operations Management*. Vol 11, pp 9-20.
- BPR. (2010). *Reportes sectoriales, sector editorial. BPR Benchmark credit and market analysis tools a product of isi emerging markets.*
- Caravannis E, Kwak Y Anbari F. *The story of managing projects. An interdisciplinary approach*. 2005. ISBN 1-56720-506-2
- Cassanelli, Aníbal y Muñoz, Maximiliano. *Madurez de una PYME en Gestión de Proyecto*. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. 2009
- CID. (2002). *Metodología de referenciación competitiva en cluster estratégicos regionales Aplicación de cluster de artes gráficas Cali. Centro de Investigaciones para el desarrollo, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.*
- Conpes, 3484. (Agosto 2007). *Política nacional para la transformación productiva y la promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas: un esfuerzo público-privado.*
- Cooke-Davies, T. J., & Arzymanow, A. (2003). The maturity of project management in different industries: An investigation into variations between project management models. *International Journal of Project Management*, 21(6), 471-478.
- Cunha, P. y. (2005). Knowledge acquisitions from assembly operational data using principal components analysis and cluster analysis. *CIRP annals manufacturing technology*. Vol 54, pp 27-30.

- DANE. (2005). *Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Censo económico 1990-2005. Colombia.*
- Ehms K, Langen M. (2002). Holistic development of knowledge management with KMMM. Siemens AG. *Knowledge Management & Business Transformation.*
- Everitt, B. L. (2009). *Cluster analysis. Cuarta edición. Hardcover. Estados Unidos .*
- Golec y Taskin. (2007). Novel methodologies and a comparative study for manufacturing system performance evaluations. *Information Sciences. Vol 177, pp 5253-5274.*
- Gonzales, M. y Valdez, N. Método de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA. VIII congreso Chileno de Investigación Operativa. Chillán, Chile. 2009
- González, P. (2008). *Patricia. Una aproximación al modelo de toma de decisiones usado por los gerentes de las micro, pequeñas y medianas empresas ubicadas en Cali, Colombia. Grupo de investigación en temas contemporáneos en Contabilidad, Control, Gestión y Finanzas.*
- Gray C, Larson E. *Administración de Proyectos. 4ª edición, McGrawHill. 2009*
- Gresse von Wangenheim, C. da Silva, D. A. Best practice fusion of CMMI-DEV v1.2 (PP, PMC, SAM). *Information and Software Technology, Volume 52, Issue 7, July 2010*
- Guido J, Clements J. *Administración exitosa de proyectos. 3a edición, Thomson Editores. 2007*
- Hair J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. (2000). *Análisis multivariante. Quinta edición. Prentice Hall.*
- Harvard Business School Publishing. *Gestión de proyectos. Ediciones Deusto, 2004*
- Johnson, D. (2000). *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. International Thomson Editores.*
- Judev K, Thomas J. Project management maturity models: The milver bullets of competitive advantage?. *Project Management Journal, vol. 33, 2002*
- Kerzner, H. (2009). *Project Management: a systems aproach to planning, scheduling and controlling. John Wiley and Sons. 10th edition. .*
- Khawam, P. (2006). *Grado de madurez organizacional en gerencia de proyectos en la unidad objeto de estudio de CVG Venalum. Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela. .*
- Khoshgoftar M, Osman O. (2009). Comparison of maturity models, iccsit, pp.297-301, 2009 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology.
- KPMG's International. (2003). *Programme Management Survey.*
- Lyman, R. y Longnecker, M. (2010). *An introduction to statistical methods and data analysis. Sexta edición. Brooks/Cole cengage learning.*
- Malakooti, B. M. (2004). Integrated Group Technology, Cell Formation, Process Planning, and Production Planning with application to the Emergency Room. *International Journal of Production Research, Vol. 42, No. 9, pp. 1769–1786.*
- MisionPyme. (2008). *Pymes en cifras.*
- Motoa G, Solarte L. Modelos de madurez en gerencia de proyectos. El Colombian Project management maturity model (CP3M©). Primer Congreso Iberoamericano de Investigación en Administración. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2005
- Oltra, M. y Flor, M. (2007). El efecto de la estrategia de operaciones en los resultados empresariales y su moderación por la estrategia de negocio. *Cuadernos de economía y Dirección de empresa. Vol 31, pp 203-222.*

- PMAJ. P2M, A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation. Volume I. 2005. Project Management Association of Japan (PMAJ).
- PMI. (2008). *A guide to the Project Management Body Of Knowledge, fourth ed. Project Management Institute (PMI).*
- PricewaterhouseCoopers. (2007). *Insights and Trends: Current Programme and Project Management Practices.*
- Project Management Institute. (2006). *The standard for program management. Global standard editions.*
- Rodríguez, Astrid Genoveva. *La realidad de la PYME Colombiana desafío para el desarrollo.* FUNDES. 2003
- Romesburg, H. (2004). *Cluster analysis for researches.* Lulu Press. Estados Unidos.
- Saiedian, H y Chennupati, K. Towards an evaluative framework for software process improvement models. *The Journal of Systems and Software* Vol 47 (1999), pp 139-148
- Smyth H. y Morris P. An epistemological evaluation of research into projects and their management: Methodological issues. *International Journal of Project Management* 25 (2007) 423–436.
- Thun, J. (2008). Empirical analysis of manufacturing strategy implementation. *International Journal of Productions Economics.* Vol 113, pp 370-382.
- Ugas, L. (2008). *La gestión de proyectos en las empresas del sector energético. Caso ENELVEN – CARBOZULIA.* Universidad Rafael Bellosó Chacín. Venezuela. .
- Usai, M., Casu, S., Molle, G. Decandia, M. Ligios, S. y Carta, A. (2006). Using cluster analysis to characterized the goat farming system in Sandinia. *Livestock Science.* Vol 104, pp 63-76.
- Zahra, S. (1996). *Technology strategy and financial performance: examining the moderating role the firm's competitive environment.* *Journal of Business Ventures.* Vol 11, pp 189-219.