



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Tesis Doctoral

**ESTUDIO PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN  
SISTEMA PLM EN LAS  
EMPRESAS PYMES DE LA  
REGIÓN CENTRO DE  
ARGENTINA**

**DEPARTAMENTO DE  
EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA  
INGENIERÍA**

**Programa de Doctorado:**

Métodos y Técnicas del Diseño  
Industrial y Gráfico

**Autor:**

Mg. D. Héctor Omar Mina

**Director:**

Dr. D. Bernabé Hernandis Ortuño

Valencia, febrero de 2016



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UN SISTEMA PLM EN LAS  
EMPRESAS PYMES DE LA REGIÓN  
CENTRO DE ARGENTINA**

**Tesis Doctoral**  
**Mg. D. Héctor Omar Mina**

**Director: Prof. Dr. D. Bernabé Hernandis  
Ortuño**

**Valencia, febrero de 2016**





**UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA**

**Universitat Politècnica de València  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño  
Departamento de Ingeniería Gráfica**

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
SISTEMA PLM EN LAS EMPRESAS PYMES DE  
LA REGIÓN CENTRO DE ARGENTINA**

**Programa de Doctorado: Métodos y Técnicas del  
Diseño Industrial y Gráfico**

**Valencia, febrero de 2016**



**Tesis realizada bajo la dirección del profesor Dr. D. Bernabé  
Hernandis Ortuño en el Departamento de Expresión Gráfica en la  
Ingeniería, y que para la obtención del grado de Doctor presenta D.  
Héctor Omar Mina.**



A mis padres

A mis hijos

A Ana



## **Agradecimientos**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a D. Bernabé Hernandis Ortuño por su dirección y apoyo durante el desarrollo de la presente tesis.

Asimismo, mi agradecimiento a todos los profesores del Máster en Diseño, Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos de la UPV (2003) que viajaron a Argentina durante el desarrollo.

Por otra parte, quisiera extender mi agradecimiento a los miembros del Grupo de Diseño, Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos y a los alumnos de las asignaturas Informática Industrial Avanzada y Diseño y Fabricación Asistidos por Computadora por la ayuda en la búsqueda de información y tareas de campo en la investigación.

Finalmente, debo de agradecer a quienes, de alguna manera, han colaborado en el desarrollo de la tesis. Muchas gracias a todos.

# **ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PLM EN LAS EMPRESAS PYMES DE LA REGIÓN CENTRO DE ARGENTINA**

## **RESUMEN**

El PLM (Product Lifecycle Management) es una solución informática empresarial que permite implementar una estrategia de gestión de toda la información relacionada con el producto, desde la primera idea hasta su retirada del mercado.

Los sistemas PLM integran las islas de información existentes en las empresas, provocadas por unos procesos secuenciales, fragmentados, basados en papeles y archivos desperdigados con mucha intervención manual.

En experiencias analizadas, los beneficios obtenidos de la aplicación de soluciones PLM se concretan en una mejora en los tiempos de los ciclos de cambio del producto; en una reducción de la realización de prototipos y en el tiempo de salida al mercado; como así también, una mejora en la productividad en el diseño de ingeniería; una reducción del tiempo de desarrollo de una familia de productos y la reducción en el proceso de revisión de la ingeniería.

La investigación permite mediante la creación de un mapa de valor realizar el diagnóstico y medición del impacto de las tecnologías PLM en empresas Pymes.

El objetivo principal de la tesis pretende generar un Método que permita la valoración comparativa de la situación de cada empresa estudiada, en lo referente al impacto que supone la implementación de las tecnologías de gestión PLM.

Para ello se ha ponderado en un mapa de valor, los constructos: Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento en una muestra representativa de empresas Pymes de la Región Centro de Argentina con objeto predecir el impacto porcentual que representa la introducción de un sistema PLM

La hipótesis está basada en la posibilidad de generar un modelo heurístico capaz de determinar el posicionamiento de una empresa y por tanto el valor estratégico que esto supone, en cuanto a la factibilidad de la implementación de tecnologías PLM.

La metodología consistió en un estudio mediante investigación por literatura, con objeto de detectar la información relevante y mediante un Focus Group determinar los aspectos clave para confeccionar un Mapa de Valor en el que se realiza la medición cualitativa y cuantitativa de los constructos y variables. Se realizaron encuestas por conveniencia con objeto de realizar la toma de datos en empresas.

Los resultados obtenidos han permitido medir el impacto de las tecnologías PLM en las empresas de la región centro de Argentina, considerando la segmentación de las empresas existentes; no obstante se sugiere ampliar el tamaño de la muestra, con objeto de determinar con mayor precisión la validación alcanzada en el sector industrial y su posible implementación futura a otros.

## **PALABRAS CLAVES**

*Diseño, Tecnología, Información, Producto, Gestión.*

# **RESEARCH FOR THE IMPLEMENTATION OF A PLM SYSTEM IN SMALL & MEDIUM -SIZED ENTERPRISES (PyMEs) OF THE CENTRAL REGION OF ARGENTINA**

## **ABSTRACT**

PLM (Product Lifecycle Management) is a business software solution that allows implementing a management strategy to all the information related to the product, from its initial state to its withdrawal from the market.

PLM systems integrate existing information islands in business, which result from sequential processes, fragmented, based on papers and files scattered with high manual intervention.

In previous experiences, the benefits from implementing PLM solutions resulted in an improvement in timing of the product's change cycle; to a reduction in prototyping, and a reduction in time-to-market; moreover, it showed an improvement in productivity in engineering design; and it saved development time of a family of products as well as a reduction in the review process of engineering.<sup>1</sup>

By creating a value map, the research attempts to perform a diagnosis and measure the impact of the PLM technologies in PyMEs (Small & Medium – Sized Enterprises).

The main objective of the thesis is to generate a method that allows for a comparative evaluation of the situation each studied company has, regarding the impact that the implementation of the PLM management technologies implies.

To do so, the following constructs have been weighted in a value map: growth, profitability and positioning in a representative sample of PyMEs in the central region of Argentina, thus predicting the percentage impact that represents the implementation of a PLM System.

The hypothesis aims at creating a heuristic model which can determine the company's positioning and therefore the strategic value it implies regarding the feasibility of the PLM Technologies' implementation.

The methodology consisted of a literature-search investigation in order to detect relevant information and by using a focus group to be able to judge the key aspects and make a value map in which the qualitative and quantitative evaluation of constructs and variables are carried out.

Convenience samples to collect information and data of the companies were used.

The obtained results have allowed us to gauge the impact of the PLM technologies in the companies situated in the central region of Argentina considering the segmentation of the existing enterprises. However, It is advisable to expand the sample size in order to determine precisely the validation reached in the industrial sector and its likely implementation in others.

**KEYWORDS:**

*Design; Technology, Information, Product, Management.*

# ESTUDI PER A LA IMPLEMENTACIÓ D'UN SISTEMA PLM EN LES EMPRESES PIMES DE LA REGIÓ CENTRE D'ARGENTINA

## RESUM

El PLM (Product Lifecycle Management) és una solució informàtica empresarial que permet implementar una estratègia de gestió de tota la informació relacionada amb el producte, des de la primera idea fins a la seua retirada del mercat.

Els sistemes PLM integren les illes d'informació existents en les empreses, provocades per uns processos seqüencials, fragmentats, basats en papers i arxius escampats amb molta intervenció manual.

En experiències analitzades, els beneficis obtinguts de l'aplicació de solucions PLM es concreten en una millora en els temps dels cicles de canvi del producte; en una reducció de la realització de prototips i en el temps d'eixida al mercat; com així també, una millora en la productivitat en el disseny d'enginyeria; una reducció del temps de desenvolupament d'una família de productes i la reducció en el procés de revisió de l'enginyeria<sup>1</sup>.

La recerca permet mitjançant la creació d'un mapa de valor realitzar el diagnòstic i mesurament de l'impacte de les tecnologies PLM en empreses Pimes.

L'objectiu principal de la tesi pretén generar un Mètode que permeta la valoració comparativa de la situació de cada empresa estudiada, referent a l'impacte que suposa la implementació de les tecnologies de gestió PLM.

Per a açò s'ha ponderat en un mapa de valor, els constructes: creixement, rendibilitat i posicionament en una mostra representativa d'empreses Pimes de la Regió Centre d'Argentina amb l'objectiu de predir l'impacte percentual que representa la introducció d'un sistema PLM

---

<sup>1</sup> CIMdata Report "Empowering the future of business" (2002).

La hipòtesi està basada en la possibilitat de generar un model heurístic capaç de determinar el posicionament d'una empresa i per tant el valor estratègic que açò suposa, quant a la factibilitat de la implementació de tecnologies PLM.

La metodologia va consistir en un estudi mitjançant investigació per literatura, a fi de detectar la informació rellevant i mitjançant un Focus Group determinar els aspectes clau per confeccionar un mapa de valor en el qual es realitza el mesurament qualitatiu i quantitativa dels constructes i variables. Es van realitzar enquestes per conveniència a fi de realitzar la presa de dades en empreses.

Els resultats obtinguts han permès mesurar l'impacte de les tecnologies PLM en les empreses de la regió centre d'Argentina, considerant la segmentació de les empreses existents; no obstant açò se suggereix ampliar la grandària de la mostra, a fi de determinar amb major precisió la validació aconseguida en el sector industrial i la seua possible implementació futura a uns altres.

## **PARAULES CLAU**

*Disseny, Tecnologia, Informació, Producte, Gestió.*

## **Autorización del Director de Tesis para su presentación.**

Dr. Bernabé Hernandis Ortuño como Director de la Tesis Doctoral: **“Estudio para la implementación de un sistema PLM en las empresas PyMEs de la región centro de Argentina”**, realizada en el programa de Doctorado en Ingeniería Gráfica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño – ETSID de la *Universitat Politècnica de València – UPV*, Valencia/España, por el Doctorando Don Héctor Omar Mina, AUTORIZO la presentación de la citada Tesis Doctoral.

En Valencia, febrero de 2016

EL DIRECTOR DE LA TESIS

---

*Dr. Bernabé Hernandis Ortuño*

## **Tribunal de Evaluación**

EL PRESIDENTE

---

Dr. Brusola Simón, Fernando  
Universidad Politécnica de Valencia

EL SECRETARIO

---

Dr. Diaz Merino, Eugenio Andres  
Universidade Federal de Santa Catarina

EL VOCAL

---

Dr. Quintanilla Pardo, Ismael  
Universidad de Valencia Estudi General



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	29
1.1. Objetivos .....	30
1.2. Justificación tecnológica y social .....	31
1.3. Actividades concurrentes .....	32
1.4. Hipótesis .....	32
1.5. Estructura de Tesis .....	32
2. ESTADO DEL ARTE .....	34
2.1. Factores Empresariales .....	36
2.1.1. Características generales de la industria metalúrgica .....	36
2.1.2. Evolución de la cantidad de empresas y participación en el PBI .....	41
2.1.3. Evolución de las empresas metalúrgicas por sectores .....	43
2.1.4. Distribución geográfica de las empresas y el empleo metalúrgico .....	49
2.1.5. Estructura general del sector metalúrgico – Mapa de cantidad y tamaño de empresas .....	51
2.1.6. Comportamientos empresariales y demandas de política en el sector metalúrgico argentino .....	58
2.1.6.1. Perfil de las empresas .....	58
2.1.6.2. Estrategias de mercado .....	59
2.1.6.3. Inversiones, innovación y tecnología .....	61
2.1.6.4. Organización y recursos humanos .....	63
2.1.6.5. Redes y alianzas empresariales .....	64
2.1.6.6. Contribuciones de las políticas .....	64
2.1.6.7. Posicionamiento competitivo, desafíos y obstáculos de crecimiento .....	65
2.1.6.8. Áreas de política .....	66
2.1.7. Análisis regional y según tamaño .....	67
2.1.7.1. Perfil empresarial .....	67
2.1.7.2. Inversiones, innovación y tecnología .....	69
2.1.7.3. Organización y recursos humanos .....	71
2.1.7.4. Redes y alianzas .....	71
2.1.7.5. Desempeño, posicionamiento competitivo y obstáculos de crecimiento .....	73
2.1.8. Análisis conceptual de las empresas PyMEs metalúrgicas ..	74

2.1.9. Análisis conceptual de la competitividad sistémica .....	76
2.1.10. La competitividad sistémica .....	77
2.1.11. El enfoque de competitividad sistémica en el ámbito internacional .....	79
2.1.12. El enfoque de competitividad sistémica en el país .....	80
2.1.13. Manejo gerencial y comportamiento tecnológico .....	81
2.2. Factores tecnológicos .....	84
2.2.1. Proceso de diseño.....	86
2.2.2. Sistemas CAD .....	88
2.2.2.1. Ventajas y desventajas del sistema CAD .....	98
2.2.3. Ecodiseño.....	100
2.2.4. Sistemas CAM.....	106
2.2.4.1. Ventajas y desventajas del CNC.....	110
2.2.4.2. Ventajas del CAM.....	111
2.2.5. Nesting. (Anidado de figuras de piezas para la optimización del uso de la materia prima).....	111
2.2.5.1. Ventajas del Nesting .....	113
2.2.6. Sistemas WOP .....	113
2.2.7. Sistemas CAE .....	116
2.2.7.1. Ventajas y limitaciones del MEF .....	122
2.2.8. Sistemas CIM .....	124
2.2.8.1. Beneficios estratégicos del sistema CIM .....	128
2.2.9. Sistemas CAPP.....	129
2.2.9.1. Beneficios del sistema CAPP.....	130
2.2.10. Sistemas PDM.....	131
2.2.10.1. Beneficios del sistema PDM .....	141
2.2.11. Sistemas MRP.....	143
2.2.11.1. Ventajas y Desventajas del sistema MRP .....	149
2.2.12. Sistemas ERP .....	150
2.2.12.1. Ventajas y Desventajas de los sistemas ERP .....	153
2.2.13. Sistemas de prototipado rápido .....	154
2.2.13.1. Ventajas y limitaciones del prototipado.....	158
2.2.14. Sistemas PLM .....	159
2.2.14.1. Concepto de PLM .....	159
2.2.14.2. Objetivos y funciones del PLM.....	160
2.2.14.3. Características y funciones .....	163
2.2.14.4. Innovación a partir del PLM .....	167
2.2.14.5. Clasificación de los sistemas PLM.....	167
2.2.14.5.1. Sector de actividad de la empresa.....	167
2.2.14.5.2. Tamaño de la empresa .....	168
2.2.14.5.3. Foco en ingeniería .....	168

2.2.14.6. Evaluación e implementación de un sistema PLM.....	168
2.2.14.6.1. Involucrar a expertos en PLM.....	168
2.2.14.6.2. Aprovechar la experiencia de otras empresas ....	169
2.2.14.6.3. Asegurar el soporte de la dirección y un presupuesto adecuado .....	169
2.2.14.6.4. Disponer a las mejores personas .....	169
2.2.14.6.5. Analizar los procesos y definir los requerimientos .....	169
2.2.14.6.6. Planificar una estrategia PLM a largo plazo .....	169
2.2.14.6.7. Analizar el valor aportado por el PLM antes de fijar el presupuesto .....	170
2.2.14.6.8. Informes de avance a todos los usuarios .....	170
2.2.14.7. Beneficios que presenta el PLM.....	171
2.2.14.7.1. Beneficios en la ejecución del negocio .....	171
2.2.14.7.2. Beneficios para la organización:.....	172
2.2.14.7.3. Beneficios para los usuarios.....	173
2.2.14.7.4. Beneficios para el producto o servicio.....	173
2.2.14.8. Sistemas PLM disponibles en el mercado .....	173
2.2.14.8.1. Los más populares y evolucionados del mercado .....	174
2.2.14.8.2. PLM desarrollados por los fabricantes de software de gestión ERP .....	174
2.2.14.8.3. Aplicaciones de gestión de los ficheros de CAD .....	175
3. MATERIAL Y MÉTODOS .....	186
3.1. Diseño de investigación.....	186
3.1.1. Con relación al nivel de conocimiento esperado .....	187
3.1.2. Con relación al método de estudio de las variables .....	188
3.2. Fase de estudio exploratorio .....	190
3.2.1. Revisión de la literatura .....	190
3.2.2 Focus Group .....	190
3.2.3. Entrevista .....	192
3.2.4. Encuesta.....	193
3.2.5. Modelo teórico propuesto-Valor Cliente .....	200
4. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y VALIDACIÓN.....	205
4.1. Resultado de la investigación por literatura .....	205
4.2. Resultado Focus Group.....	206
4.3. Resultado de las entrevistas a expertos.....	206

4.4. Resultados de la aplicación de los criterios de segmentación de la muestra.....	210
4.5. Criterio de análisis del modelo .....	212
4.6. Modelo propuesto y generalización .....	217
4.6.1 Valor Cliente .....	218
4.6.2. Resultados y discusión sobre la aplicación del modelo en la muestra estudiada .....	222
4.6.2.1. Segmentación por facturación .....	223
4.6.2.2. Segmentación según cantidad de empleados .....	230
4.6.2.3. Segmentación por tasa de personal técnico .....	237
4.7. Validación de las hipótesis .....	244
5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	246
5.1. Conclusiones específicas.....	248
5.2. Futuras líneas de investigación.....	249
6. REFERENCIAS.....	251
7. ANEXOS .....	264

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Factores empresariales y tecnológicos .....	35
Cuadro 2.2. Cantidad de empleados por tipo de empresa.....	67
Cuadro 2.3. Modelo de competitividad sistémica genérico .....	79
Cuadro 2.4. Factores empresariales .....	83
Cuadro 2.5. Proceso clásico de diseño .....	87
Cuadro 2.6. Proceso de diseño mediante CAD .....	89
Cuadro 2.7. Proceso CAM.....	107
Cuadro 2.8. Técnicas de programación de CN .....	109
Cuadro 2.9. Integración CAD/CAM/CAE .....	115
Cuadro 2.10. Proceso de cálculo por MEF.....	120
Cuadro 2.11. Elementos de un CIM .....	125
Cuadro 2.12. Análisis de un CIM.....	126
Cuadro 2.13. Niveles del CIM.....	127
Cuadro 2.14. Sistema PDM.....	132
Cuadro 2.15. Estructura de producto .....	146
Cuadro 2.16. Niveles de los sistemas MRP .....	149
Cuadro 2.17. Proceso de Prototipado Rápido.....	157
Cuadro 2.18. Integración PLM - ERP .....	162
Cuadro 2.19. Características del PLM.....	164
Cuadro 2.20. Cuadro comparativo de aplicaciones PLM .....	174
Cuadro 2.21. Factores tecnológicos.....	185
Cuadro 3.1. Esquema del diseño de la investigación .....	189
Cuadro 4.1. Leyenda de codificación .....	215

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Regiones con mayor participación industrial.....	45
Figura 2.2. CAD – Programa de diseño .....	90
Figura 2.3. CADD – Diseño gráfico .....	90
Figura 2.4. Modelado alámbrico .....	91
Figura 2.5. Modelado de superficies .....	92
Figura 2.6. Modelado de sólidos .....	92
Figura 2.7. Estrategia ascendente.....	93
Figura 2.8. Estrategia descendente I.....	93
Figura 2.9. Estrategia descendente II.....	94
Figura 2.10. Estrategia mixta.....	94
Figura 2.11. Aplicación CAD en diseño industrial .....	94

Figura 2.12. Aplicación CAD en hardware .....	96
Figura 2.13. Aplicación CAD en ingeniería .....	96
Figura 2.14. Aplicación CAD en cartografía.....	97
Figura 2.15. Tipos de archivos CAD .....	98
Figura 2.16. Ecodiseño .....	100
Figura 2.17. Sustentabilidad .....	101
Figura 2.18. Diseño sostenible.....	102
Figura 2.19. Proceso de Ecodiseño .....	104
Figura 2.20. Nesting .....	112
Figura 2.21. Ejemplo de Nesting.....	113
Figura 2.22. Sistemas CAE .....	117
Figura 2.23. Simulación de moldes.....	118
Figura 2.24. Análisis por FEM.....	119
Figura 2.25. Análisis estáticos .....	121
Figura 2.26. Análisis de transferencia de calor .....	122
Figura 2.27. Control y distribución de la información .....	131
Figura 2.28. Administración de la información .....	133
Figura 2.29. Clasificación de componentes .....	134
Figura 2.30. Tarjeta de datos para clasificación de documentos .....	135
Figura 2.31. Estructura de producto.....	135
Figura 2.32. Búsqueda de la información .....	135
Figura 2.33. Administración de tareas .....	137
Figura 2.34. Administración del flujo de tareas .....	139
Figura 2.35. Administración del historial de tareas .....	140
Figura 2.36. Control de los procesos .....	140
Figura 2.37. Sistemas ERP - Interrelaciones .....	151
Figura 2.38. Sistemas de PR .....	155

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Cantidad de empresas metalúrgicas (en porcentajes).....	37
Gráfico 2.2. Cantidad de empleo generado (en porcentaje).....	38
Gráfico 2.3. Ventas anuales de las empresas metalúrgicas.....	40
Gráfico 2.4. Antigüedad del total de empresas .....	41
Gráfico 2.5. Evolución de la cantidad de empresas y su participación en el PBI .....	42
Gráfico 2.6. Variación del PBI por sustitución de importaciones .....	43
Gráfico 2.7. Efectividad de las estrategias implementadas .....	61
Gráfico 2.8. Inversión sobre ventas .....	62
Gráfico 2.9. Cambios en la gestión de los Recursos Humanos .....	63

Gráfico 2.10. Grado de satisfacción de los programas .....	65
Gráfico 2.11. Principales demandas de políticas de apoyo .....	66
Gráfico 2.12. Perfil de los clientes .....	68
Gráfico 4.2. Constructo Crecimiento para empresas con baja, media y alta facturación .....	224
Gráfico 4.3. Constructo Rentabilidad para empresas con baja, media y alta facturación .....	226
Gráfico 4.4. Constructo Posicionamiento para empresas con baja, media y alta facturación.....	227
Gráfico 4.5. Constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento para empresas con baja, media y alta facturación.....	229
Gráfico 4.6. Constructo Crecimiento según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas .....	232
Gráfico 4.7. Constructo Rentabilidad según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas .....	233
Gráfico 4.8. Constructo Posicionamiento según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas.....	235
Gráfico 4.9. Constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas .....	236
Gráfico 4.10. Constructo Crecimiento para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados	239
Gráfico 4.11. Constructo Rentabilidad para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados	240
Gráfico 4.12. Constructo Posicionamiento para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados .....	242
Gráfico 4.13. Constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados.....	243

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Cantidad de empleados por empresa .....	37
Tabla 2.2. Cantidad de Empleados por Empresa .....	39
Tabla 2.3. Evolución de las empresas metalúrgicas por sectores .....	43
Tabla 2.4. Distribución geográfica de empresas y empleo .....	49
Tabla 2.5. Cantidad de empresas, empleo y dotación promedio en el sector metalúrgico. Detalle Provincial .....	52

Tabla 2.6. Cantidad de empresas según dotación de personal en el sector metalúrgico. Detalle Provincial .....	53
Tabla 2.7. Detalle por Rubros .....	55
Tabla 2.8. Principales estrategias adoptadas .....	60
Tabla 2.9. Inversiones en proyectos y esfuerzos tecnológicos por región .....	70
Tabla 2.10. Porcentuales por tamaño de ocupación de las empresas	72
Tabla 3.1. Tabla de datos generales de empresa .....	195
Tabla 3.2. Tabla de datos generales de empresa .....	197
Tabla 3.3. Modelo teórico propuesto – Valor cliente.....	201
Tabla 4.1. Datos de la empresa y valor del cliente para encuesta ...	206
Tabla 4.2. Base de datos para encuestas .....	212
Tabla 4.3. Datos solicitados correspondientes a los constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento.....	216
Tabla 4.4. Matriz genérica.....	217
Tabla 4.5. Valores de referencia para los constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento .....	219
Tabla 4.6. Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subítems de cada constructo crecimiento, rentabilidad y posicionamiento segmentada por facturación .....	223
Tabla 4.7 Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subítems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por facturación, mostrados en forma porcentual.....	224
Tabla 4.8. Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subítems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por cantidad de empleados .....	231
Tabla 4.9 Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subítems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por cantidad de empleados, mostrados en forma porcentual .....	231
Tabla 4.10 Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subítems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por tasa de personal técnico .....	238
Tabla 4.11 Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subítems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por tasa de personal técnico, mostrada en forma porcentual .....	238



# 1

## INTRODUCCIÓN

Las empresas industriales se esfuerzan día a día para mejorar su competitividad y situación en el mercado. La actual situación económica a nivel mundial pone de manifiesto la importancia de la innovación enfocada a escalar posiciones en el mercado mundial, objetivo que es imposible alcanzar mediante las medidas tradicionales de reducción de costos. PLM (*Product Lifecycle Management* = Ciclo de Vida del Producto) es una herramienta fundamental que permite desarrollar estrategias basadas en el conocimiento de las personas que trabajan en las áreas de desarrollo del producto y lo acompañan desde su origen, es decir, desde los primeros momentos en que se aborda el diseño, con herramientas tipo CAD o CAE. Por otra parte, pueden ser integrados sin mayores inconvenientes a sistemas ERP.

El ciclo de vida de un producto estará formado por distintas etapas de diseño y realización. Un sistema PLM permite interrelacionar los distintos eslabones para realizar búsquedas en tiempo real y proyecciones, salvaguardando al mismo tiempo la independencia de cada uno de los módulos.

De acuerdo a la importancia que representa PLM en la gestión del ciclo de vida del producto, la tesis pretende generar un Método para la valoración comparativa de la situación de cada empresa estudiada, en lo referente al impacto de las tecnologías de gestión PLM.

La manera de realizar la misma fue mediante la investigación por literatura, con el objeto de detectar la información relativa al estudio existente y mediante un Focus group determinar los puntos clave para confeccionar un Mapa de Valor para la medición cualitativa y cuantitativa de las variables, presentadas en una tabla que sirvió de base para la encuesta realizada a cada empresa.

La valoración del Mapa de Valor mediante los tres constructos esenciales Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento permitirá

determinar cómo esta cada empresa en relación a los parámetros más comunes en las organizaciones PyMEs mejor posicionadas ,su desviación entre el diagnóstico y lo que el empresario pretende y en cuanto difiere entre el modelo conceptual y el modelo teórico propuesto.

La propuesta pretende aportar una visión diferente para el diagnóstico y medición del impacto de las tecnologías PLM en empresas PyMEs de Argentina.

## 1.1. Objetivos

El objetivo principal es la medición del grado de impacto de un sistema PLM (Product Lifecycle Management) en empresas PyMEs de la región centro de Argentina; junto con este buscamos:

- Detectar necesidades de sistemas para la gestión, innovación y desarrollo de producto en empresas PyMEs de la región centro de Argentina
- Segmentar empresas PyMEs: en función de su tamaño, sector al que pertenecen y volumen de facturación.
- Evaluar las empresas desde el punto de vista del estado actual de tecnología disponible, ya sea referente a sistemas de gestión como así también tecnología de taller CNC.
- Analizar de las empresas en cuanto al grado de integración de sus sistemas y el modo de interrelación (Ingeniería concurrente).
- Definir un modelo para la selección de productos PLM/PDM/CAD/CAM/CAE/CIM que se adapte a las necesidades de las empresas.

El sistema PLM podrá gestionar toda la información relacionada con el producto, desde la primera idea relativa al diseño y a la producción, hasta la caída en desuso del mismo.

Además, podrá acelerar los procesos mediante la ingeniería colaborativa y la gestión de proyectos entre los múltiples socios de negocio.

## 1.2. Justificación tecnológica y social

El PLM (*Product Lifecycle Management*) es una solución informática empresarial que permite implementar una estrategia de gestión de toda la información relacionada con el producto, desde la primera idea hasta su retirada del mercado.

Los sistemas PLM integran las islas de información existentes en las empresas, provocadas por unos procesos secuenciales, fragmentados, basados en papeles y archivos desperdigados con mucha intervención manual.

Según un informe de la consultora CIMdata (CIMdata, Report Empowering the future of business, 2002), donde cuantifica el impacto PLM dentro de la empresa, se encuentra que, de acuerdo con las experiencias analizadas, los beneficios obtenidos de la aplicación de soluciones PLM se concretan en una mejora en los tiempos de los ciclos de cambio del producto en torno al 40%; reducción del 15% al 30% en la realización de prototipos; reducción del 40% en el tiempo de salida al mercado; 25% de mejora en la productividad en el diseño de ingeniería; reducción del tiempo de desarrollo de una familia de productos del 75% (de 18 meses a 4 meses); y reducción en un 83% del proceso de revisión de la ingeniería (de doce a dos días). Otro dato, según un estudio del Aberdeen Group (AberdeenAberdeenGroup report, 2007), aquellas empresas medianas y pequeñas que ya están implantando soluciones PLM logran mejoras de rendimiento significativas, lo que incluye el aumento de los ingresos (19%), la reducción de los costos de producto (17%) y la disminución de los costos de desarrollo de producto (16%).

En la presente investigación, se pretende medir el número de estas variables que implican tiempos en la muestra representativa de empresas de la Región Centro, que dependerá del número total, y sobre todo, de la muestra ponderada sobre la totalidad para determinar cuál es el estado de estas variables de acuerdo con el punto de vista estudiado.

Dentro de la justificación social, el PLM permite que las empresas PyMEs gestionen la información a través de sistemas integrados para aumentar la eficiencia en sus procesos y poder generar escenarios virtuales ante situaciones cambiantes en un mundo globalizado.

### 1.3. Actividades concurrentes

Paralelamente a esta investigación se vienen desarrollando las siguientes actividades:

- Diagnóstico y sugerencias para la factibilidad e implementación de un sistema PLM en las PyMEs de Argentina. (Ing. Héctor Omar Mina).
- Análisis y definición de los requerimientos necesarios para integrar los Sistemas CAD/CAM/CAE de una pyme agroindustrial a un sistema PLM. (Ing. Andrés Roque Goirán).
- Definición de los requisitos para la implementación de un laboratorio PLM en la Universidad Tecnológica Nacional (San Francisco).

### 1.4. Hipótesis

Para la investigación se destaca una hipótesis principal y dos secundarias que se detalla a continuación:

**H<sub>0</sub>:** La hipótesis principal está basada en la posibilidad de generar un modelo heurístico capaz de determinar el posicionamiento de una empresa en cuanto a la posibilidad de la implementación de tecnologías PLM.

**H<sub>1</sub>:** Se puede medir el impacto de las tecnologías PLM en relación a la segmentación de las empresas existentes.

**H<sub>2</sub>:** Se puede medir el beneficio que supone el impacto de las tecnologías PLM para las empresas de la región centro de Argentina.

Trataremos de validar estas hipótesis en este trabajo de investigación.

### 1.5. Estructura de Tesis

La investigación está conformada por 7 capítulos. El primero es la introducción al tema de estudio, objetivos, justificación tecnológica y social e hipótesis. El capítulo segundo presenta el estado del arte, subdividido en 2 apartados principales donde se describen los factores

empresariales, mostrando las características generales de las empresas metalúrgicas, análisis regional y el enfoque de competitividad sistémica en el ámbito nacional e internacional.

En lo referente a los factores tecnológicos se mencionan los sistemas CAD, Ecodiseño, CAM, Nesting, WOP, CAE, CIM, CAPP, PDM, MRP, ERP, Prototipado Rápido y PLM con las opciones presentes en el mercado.

El capítulo tercero presenta los materiales y métodos; el capítulo cuarto enuncia los resultados, validación y discusiones de la investigación. El capítulo quinto demuestra las conclusiones y futuras líneas de investigación. En el capítulo sexto presentamos las referencias bibliográficas y finalmente, el capítulo séptimo está constituido por los anexos.

# 2

## ESTADO DEL ARTE

Los gerentes de producción e ingenieros tienen una preocupación constante en cuanto a la mejora de la calidad, a la reducción de los costos de fabricación y del tiempo de entrega de los productos.

Para ello, son fundamentales los factores empresariales y tecnológicos que inciden en el ciclo de vida del producto.

Como factores empresariales veremos las características de la Industria Metalúrgica en cuanto a cantidad de empleados de las mismas, evolución de las empresas y participación en el PBI, distribución geográfica y densidad industrial.

También consideraremos la estructura general del sector, tamaño de empresas, comportamiento y políticas del sector metalúrgico, estrategias de mercado, inversión, innovación y tecnologías; organización y recursos humanos, redes y alianzas empresariales, posicionamiento competitivo.

Mostraremos un modelo genérico de competitividad sistémica en el ámbito internacional, donde la empresa es vista como un todo integrado, donde cada subsistema está interrelacionado con la operación total. Así, la empresa es sujeto de análisis en cada una de sus partes para determinar aquellos segmentos que no se desempeñan de forma eficiente y por lo tanto constituyen un eslabón débil del sistema.

Por otra parte, como factores tecnológicos podemos mencionar las herramientas que permiten reducir tiempos y costos; comprenden desde software CAD, empleado para el diseño de nuevos productos, hasta programas CAM que facilitan el control de la maquinaria específica,

pasando por sistemas CAE que permiten simular aspectos funcionales sobre el diseño.

El trabajo colaborativo del personal de diseño y fabricación es gestionado mediante aplicaciones PDM que brindan herramientas para disminuir errores y agilizar el tratamiento de la documentación. A mayor escala, se complementan con sistemas PLM que suman nuevas partes de la organización para tener una visión global de todo el ciclo de vida del producto.

En la etapa final del trabajo ingenieril, encontramos las técnicas de Prototipado Rápido que permiten a los profesionales probar características arriesgadas del producto diseñado de manera rápida y a bajo costo, de esta manera, se evita fabricar los costosos moldes para realizar un prototipo que podría sufrir cambios en su forma.

Por otra parte, la tendencia actual es la producción sustentable y las normativas fabriles persiguen el paradigma de los “productos verdes”. El ecodiseño es la vanguardia en innovación y consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de las futuras (Sierra-Pérez, J.; Domínguez, M.; Espinosa, M., 2014).

Por lo tanto, en nuestro trabajo pretenderemos brindar una visión completa de los factores empresariales y tecnológicos mediante la descripción de los aspectos a considerar dentro de la investigación, mediante el Cuadro 2.1 lo ilustraremos.

Factores a considerar	Descripción
<b>Factores Empresariales</b>	Análisis de las industrias, empleabilidad, territorio, políticas, organización.
<b>Factores Tecnológicos</b>	Proceso de Diseño, tecnologías, estrategias y gestión.

Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 2.1. Factores empresariales y tecnológicos**

En el ítem siguiente, procederemos a describir los factores empresariales.

## 2.1. Factores Empresariales

Consideraremos los factores más representativos de las Empresas PyMEs de Argentina, que nos permitan caracterizar las mismas a partir de los datos suministrados por ADIMRA (Asociación de Industrias Metalúrgicas de la República Argentina). A través de sus informes anuales se pueden sintetizar las características generales.

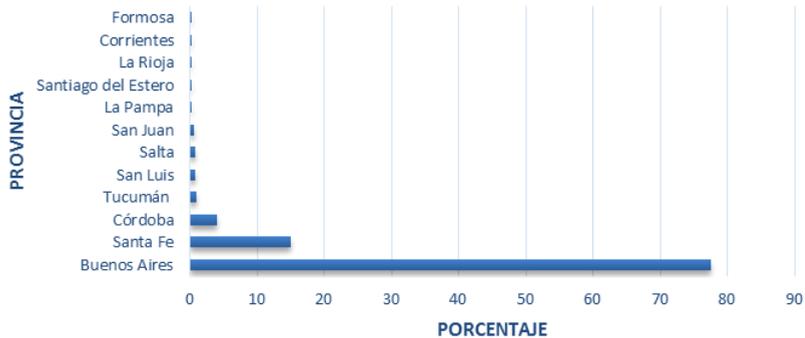
### 2.1.1. Características Generales de la Industria Metalúrgica

Podemos sintetizar las características generales de la Industria Metalúrgica en los siguientes ítems:

- La Argentina congrega a más de 23.000 empresas -en su mayoría PyMEs de capital nacional- con un rol destacado en los procesos de agregación de las economías regionales
- Representan el 20% del empleo industrial, y generan más de 250.000 puestos de trabajo en forma directa. Esto las convierte en la industria de mayor producción de mano de obra, y que proporciona a su vez una tracción muy fuerte sobre otros sectores económicos
- Aporta para el PBI industrial casi el 13%, por lo que constituye la actividad industrial con mayor valor agregado en relación al valor bruto de producción y la segunda en valores absolutos
- Integra diversas cadenas de valor y sectores productivos, con lo cual provee insumos claves para la producción, el consumo y la inversión con un alto contenido tecnológico y de valor agregado
- Exporta alrededor del 20% de su producción, superando los 7.000 millones de dólares anuales. Dicho monto representa cerca del 30% de las exportaciones de MOI y más del 10% del total nacional
- El 60% de estas exportaciones se concentra en la región: Brasil (20%), Chile (9%), Estados Unidos (7%) y Venezuela (6%)

Su desempeño opera en forma decisiva sobre la producción, la inversión y el conocimiento, por lo que se instituye como un sector estratégico para el desarrollo.

En el Gráfico 2.1. se muestra el porcentaje de empresas por provincias, donde es posible observar que Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba concentran el 90% de los establecimientos metalúrgicos.<sup>2</sup>



Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

**Gráfico 2.1. Cantidad de empresas metalúrgicas (en porcentajes)**

En la Tabla 2.1. se muestra el porcentaje de empresas en función de la cantidad de empleados<sup>3</sup> (Tabla 2.1). En ella se puede observar que, en promedio, las empresas del sector poseen 12 empleados.

**Tabla 2.1. Cantidad de empleados por empresa**

Menos de 10	Entre 10 y 30	Entre 30 y 50	Entre 50 y 100	Entre 100 y 200	Más de 200
75,4%	16,8%	3,6%	2,7%	1,0%	0,6%

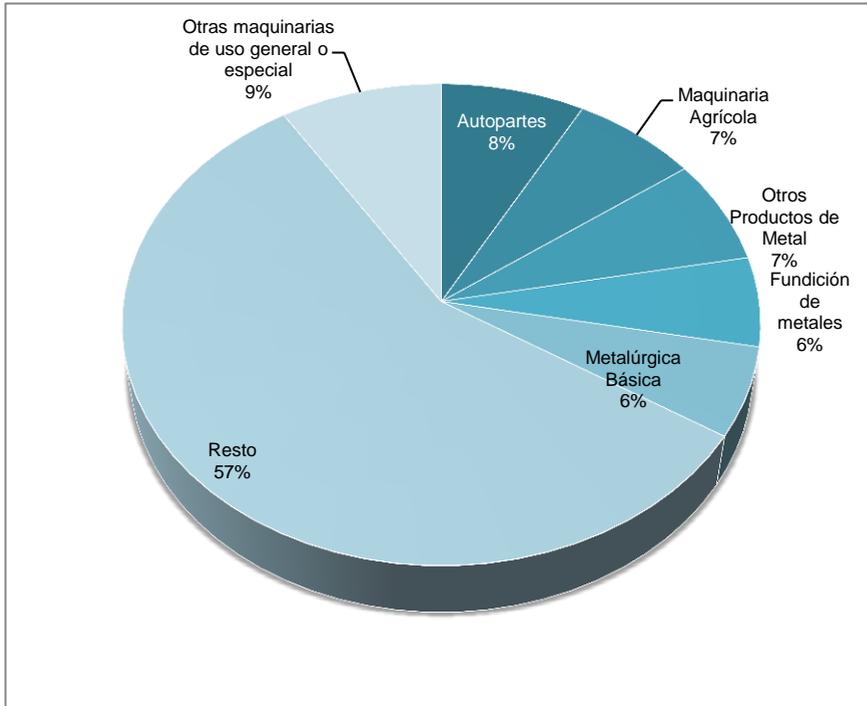
Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

Considerando únicamente las empresas que cuentan con más de 10 empleados, entre los rubros metalúrgicos que generan más puestos de trabajo, se encuentran: Maquinarias de uso general o especial (9%), Autopartes (8%), Maquinaria agrícola (7%), Productos de metal (7%),

<sup>2</sup> ADIMRA (2010). Caracterización y demografía de las empresas metalúrgicas.

<sup>3</sup> Idem anterior.

Fundición de metales (6%), Metalúrgica básica (6%),<sup>4</sup> como se ve en el Gráfico 2.2.



Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

**Gráfico 2.2. Cantidad de empleo generado (en porcentaje)**

Con respecto al tamaño de la empresa según el rubro, si bien se nota un predominio de establecimientos pequeños, se destaca lo siguiente<sup>5</sup> (Tabla 2.2.):

<sup>4</sup> ADIMRA (2010). Caracterización y demografía de las empresas metalúrgicas.

<sup>5</sup> Idem anterior.

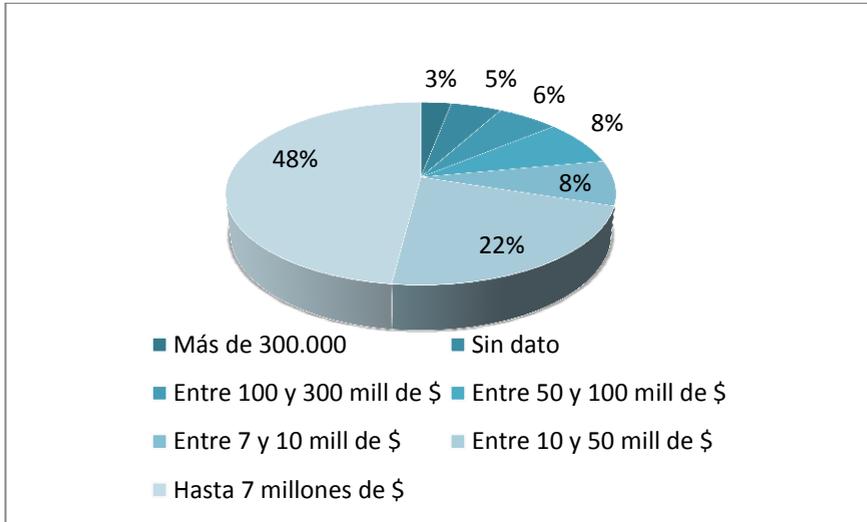
Tabla 2.2. Cantidad de Empleados por Empresa

Rubro Metalúrgico	Entre 10 y 30	Entre 30 y 50	Entre 50 y 100	Entre 100 y 200
Otras Maquinarias de Uso General o Especial	69%	18%	8%	3%
Autopartes	63%	16%	13%	4%
Maquinaria Agrícola	61%	16%	15%	5%
Otros Productos de Metal (Alambres, Burlonería, Grifería, Broncería)	70%	16%	7%	4%
Fundición de Metales	63%	15%	12%	4%
Metalúrgica Básica (Corte, Plegado, Galvanizado, Ferroleaciones)	70%	15%	11%	2%

Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

Casi la mitad de las empresas del sector facturan anualmente hasta 7 millones de pesos, solo 1 de cada 10 vende por encima de 100 millones al año<sup>6</sup>, así se evidencia en el Gráfico 2.3.

<sup>6</sup> ADIMRA (2010). Caracterización y demografía de las empresas metalúrgicas.

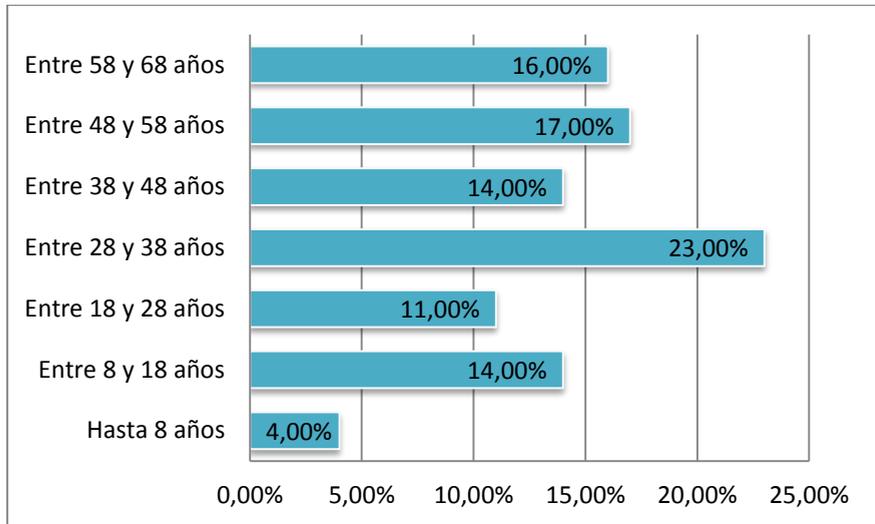


Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

**Gráfico 2.3. Ventas anuales de las empresas metalúrgicas**

La mayoría de las empresas han sido fundadas hace al menos 30 años, especialmente las autopartes, forja y fundición<sup>7</sup> (Gráfico 2.4).

<sup>7</sup> ADIMRA (2010) Caracterización y demografía de las empresas metalúrgicas.



Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

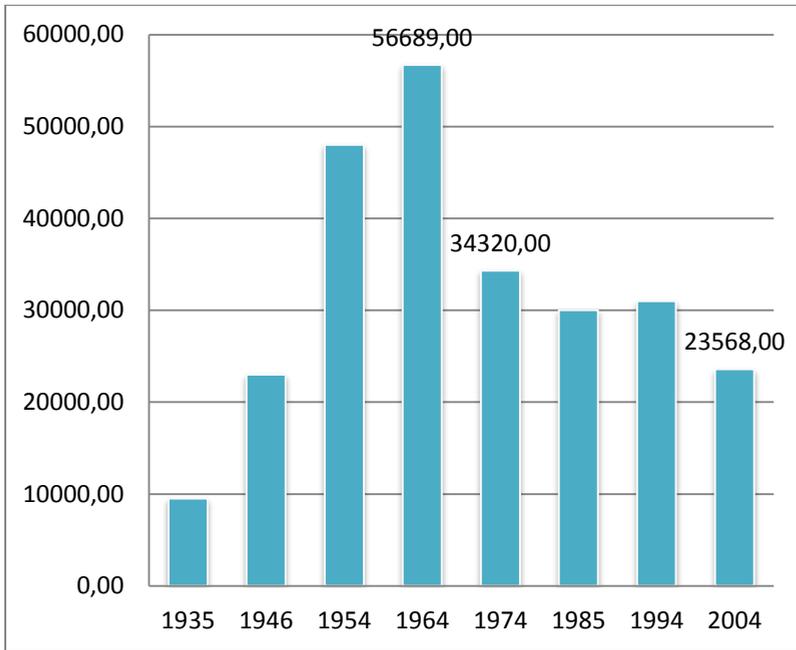
**Gráfico 2.4. Antigüedad del total de empresas**

El porcentaje mayor de empresas corresponde a la edad de 28 a 38 años que sumadas a las de mayor edad totalizan un 70% del total de empresas.

### **2.1.2. Evolución de la cantidad de empresas y participación en el PBI**

En el Gráfico 2.5. podemos ver la evolución de las empresas en un histórico desde el año 1935 hasta el 2004, donde observamos el crecimiento hasta el año 1964 y posterior decrecimiento desde el 1974 al 2004.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> ADIMRA (2010) Caracterización y demografía de las empresas metalúrgicas.

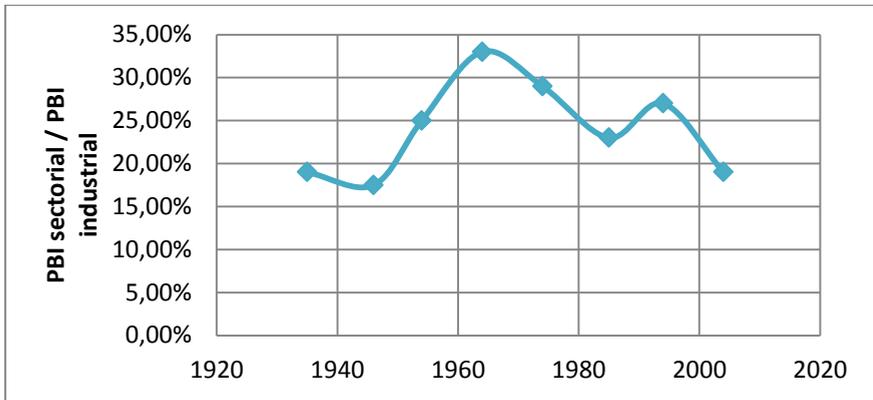


Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

**Gráfico 2.5. Evolución de la cantidad de empresas y su participación en el PBI**

En las últimas décadas han desaparecido más de 33.000 empresas metalúrgicas, proceso que estuvo acompañado por una reducción del -42% de la participación del valor sectorial sobre el total.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> ADIMRA (2010) Caracterización y demografía de las empresas metalúrgicas.



Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

**Gráfico 2.6. Variación del PBI por sustitución de importaciones**

En el Gráfico 2.6. podemos ver que en los años de procesos de industrialización por sustitución de importaciones hay un considerable aumento del PBI.

### 2.1.3. Evolución de las empresas metalúrgicas por sectores

En los últimos años el proceso de creación de empresas fue considerable y, en la mayoría de los sectores metalúrgicos, la intensidad laboral de las mismas fue superior al observado en la década previa (Ver Tabla 2.3.).

**Tabla 2.3. Evolución de las empresas metalúrgicas por sectores**

Rubros	Nacimientos	NACE	NACE	Nuevas Empresas con Alto crecimiento del Empleo (NACE) en % de total empresas NACE	
	2003-04	2003-04	1996/97	1996/97	2003/04
Maquinaria y Equipo	558	86	30	4,7	5,7
Aparatos Eléctricos	185	39	6	0,9	2,6

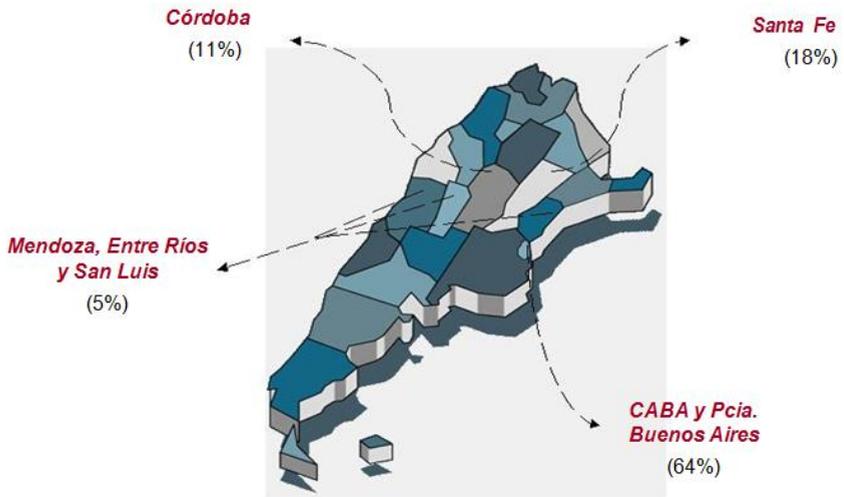
Continuación Tabla 2.3.

Metales Comunes	220	44	18	2,8	2,9
Equipos de Transporte	102	25	9	1,4	1,6
Instrumentos Médicos	95	11	5	0,8	0,7
Máquinas de Oficina	38	10	1	0,2	0,7
Equipos de Radio y TV	34	9	3	0,5	0,6
<b>Industria Manufacturera</b>	<b>10.358</b>	<b>1.522</b>	<b>632</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del MTEySS, 2010

Las empresas NACE metalúrgicas representaron en 2003/2004 un 15% del total de empresas NACE de la industria manufacturera. La mayor creación se dio en el sector de alimentos y bebidas (17%) y en menor medida en confecciones (9,6%), productos textiles (6,9%), productos de caucho y plástico (5,9%), madera (5,7%), muebles (5,7%), papel (2,1%) productos de petróleo (0,3%) y productos de tabaco (0,1%).

Si bien existen empresas metalúrgicas en todo el país, las regiones con mayor participación son las que se muestran en la Figura 2.1.:



Fuente: ADIMRA en base propia, 2010

Figura 2.1. Regiones con mayor participación industrial

## BUENOS AIRES

### Datos generales

- Población Total: 15.315.842
- Superficie: 307.571 Km<sup>2</sup>
- Tasa de desocupación: 8,3% (1er trim. 2010)
- % de hogares por debajo de la línea de Indigencia: 2,8% (2009)
- PBG: 36% del PBI (2005)
- Exportaciones
  - MOI: USD 10.048 millones
  - MOA: USD 4.378 millones
  - Productos Primarios: USD 2.075 millones
  - Combustibles y Energía: USD 1.671 millones

### Industria Metalúrgica

- Abarca el 64% de los Establecimientos Metalúrgicos (13.800)
- El 38% de dichas empresas posee entre 10 y 30 empleados; el 8% entre 30 y 50; y el 6% entre 50 y 100
- Se genera el 60% del empleo sectorial (159.161 puestos), representando un 35% del empleo industrial provincial y un 9% del empleo total

- Presenta una importante diversificación de rubros, pero se destacan principalmente Metalúrgica Básica (10%), Maquinarias de uso específico y general (9%), Autopartes metalúrgicas (7%) y Aparatos de usos domésticos (5%)

### SANTA FE

#### *Datos generales*

- Población Total: 3.285.170
- Superficie: 133.007 Km<sup>2</sup>
- Tasa de desocupación: 10,2% (1er Trim. 2010)
- % de hogares por debajo de la línea de Indigencia: 2,9% (2009)
- PBG: 7% del PBI (2004)
- Exportaciones
  - MOI: USD 1.930 millones
  - MOA: USD 10.901 millones
  - Productos Primarios: USD 2.085 millones
  - Combustibles y Energía: USD 327 millones

#### *Industria Metalúrgica*

- Abarca el 18% de los Establecimientos Metalúrgicos
- El 37% de las empresas del sector poseen entre 10 y 30 empleados; el 9% entre 30 y 50; y el 7% entre 50 y 100 trabajadores
- Se genera el 21% del empleo sectorial (66.317 puestos) representando un 65% del empleo industrial provincial y un 14% del empleo total
- Los rubros principales son Metalúrgica básica (16%), Maquinaria agrícola (13%), Fundición de metales (11%), Autopartes metalúrgicas (8%), Equipos de GNC y Envases de metal (7%)

### CÓRDOBA

#### *Datos generales*

- Población Total: 3.221.001
- Superficie: 165.321 Km<sup>2</sup>
- Tasa de desocupación: 9,3% (1er Trim. 2010)
- % de hogares por debajo de la línea de Indigencia: 2,3% (2009)
- PBG: 9% del PBI (2004)
- Exportaciones
  - MOI: USD 2.094 millones

- MOA: USD 4.356 millones
- Productos Primarios: USD 3.512 millones
- Combustibles y Energía:-

### *Industria Metalúrgica*

- Abarca el 11% de los Establecimientos Metalúrgicos
- El 32% de dichos establecimientos poseen entre 10 y 30 empleados; el 9% entre 30 y 50; y el 49% hasta 10 trabajadores
- Se genera el 10% del empleo sectorial (26.527 puestos) representando un 32% del empleo industrial provincial y un 6% del empleo total
- Se destacan los rubros de Maquinaria agrícola (19%), Autopartes metalúrgicas (10%), Fundición de metales (8%) y Aparatos de uso doméstico (7%)

## MENDOZA

### *Datos generales*

- Población Total: 1.718.316
- Superficie: 148.827 Km<sup>2</sup>
- Tasa de desocupación: 6% (1er Trim. 2010)
- % de hogares por debajo de la línea de Indigencia: 2,3% (2009)
- PBG: 4% del PBI (2005)
- Exportaciones
  - MOI: USD 240 millones
  - MOA: USD 913 millones
  - Productos Primarios: USD 248 millones
  - Combustibles y Energía: USD 187 millones

### *Industria Metalúrgica*

- Abarca el 3% de los Establecimientos Metalúrgicos
- El 35% de las empresas del sector poseen entre 10 y 30 empleados; el 7% entre 30 y 50; y el 6% más de 50 trabajadores
- Se genera el 2% del empleo sectorial (5.305 puestos) representando un 13% del empleo industrial provincial u un 3% del empleo total
- Los sectores principales son: Maquinarias diversas vinculada a la industria vitivinícola y petróleo (23%), Ingeniería y montaje de plantas industriales (19%), Bombas, válvulas y calderas (9%) y Equipos eléctricos (6%)

## ENTRE RÍOS

### *Datos generales*

- Población Total: 1.255.787
- Superficie: 78.781 Km<sup>2</sup>
- Tasa de desocupación: 8,7% (1er Trim. 2010)
- % de hogares por debajo de la línea de Indigencia: 2,6% (2009)
- PBG: 2% del PBI (2000)
- Exportaciones
  - MOI: USD 92 millones
  - MOA: USD 517 millones
  - Productos Primarios: USD 854 millones
  - Combustibles y Energía: USD 51 millones

### *Industria Metalúrgica*

- Abarca el 1% de los Establecimientos Metalúrgicos
- El 30% de dichos establecimientos poseen entre 10 y 30 empleados; el 8% entre 30 y 50; y el 10% más de 50 trabajadores
- Se genera el 1% del empleo sectorial (2.653 puestos) representando un 14% del empleo industrial provincial y un 2% del empleo total
- Se destacan los sectores de Muebles metálicos (26%), Maquinaria agrícola (13%), Carrocerías y remolques (13%) y Construcciones y aberturas metálicas (11%)

## SAN LUIS

### *Datos generales*

- Población Total: 447.138
- Superficie: 76.748 Km<sup>2</sup>
- Tasa de desocupación: 1,8% (1er Trim. 2010)
- % de hogares por debajo de la línea de Indigencia: 2,5% (2009)
- PBG: 1% del PBI (2002)
- Exportaciones
  - MOI: USD 319 millones
  - MOA: USD 255 millones
  - Productos Primarios: USD 82 millones
  - Combustibles y Energía: -

*Industria Metalúrgica*

- Abarca el 1% de los Establecimientos Metalúrgicos
- El 51% de las empresas del sector posee entre 10 y 30 empleados; el 10% entre 30 y 50; mientras que el 20% tiene más de 50 trabajadores
- Se genera el 2% del empleo sectorial (5.305 puestos) representando un 23% del empleo industrial provincial y un 10% del empleo total
- Se destacan los sectores de Aparatos de uso doméstico (26%), Equipos de GNC y Envase de metal (23%), Forja, engranajes y piezas ferroviarias (15%) y Metalúrgica básica (6%)

**2.1.4. Distribución geográfica de las empresas y el empleo metalúrgico**

En la Tabla 2.4. se muestra la distribución porcentual de empresas y empleo por región geográfica, sobre un universo estimado en 24.000 empresas y alrededor de 315.000 trabajadores.

Tabla 2.4.<sup>10</sup> Distribución geográfica de empresas y empleo

Año 2012<sup>11</sup> Fuente: ADIMRA ,2012

Región	Empleo		
	2006	2012	2012
Partidos de GBA	35,5%	35,3%	33,0%
Capital Federal	15,8%	14,6%	14,3%
Resto de Buenos Aires	10,9%	11,5%	9,9%

<sup>10</sup> La distribución porcentual corresponde a una muestra de 16.519 empresas que generan 287.560 empleos, sobre un universo estimado en 24.000 empresas y alrededor de 315.000 trabajadores.

<sup>11</sup> ADIMRA (2012) Distribución geográfica de las empresas y el empleo metalúrgico.

Continuación Tabla 2.4.

Santa Fe	14,4%	14,3%	15,4%
Córdoba	10,6%	10,8%	13,5%
Tierra del Fuego <sup>12</sup>	0,2%	0,3%	3,9%
Mendoza	3,5%	3,3%	2,7%
San Luis	0,6%	0,6%	1,2%
Entre Ríos	1,6%	1,8%	1,1%
San Juan	0,7%	0,9%	1,0%
Tucumán	0,8%	1,1%	0,8%
Chubut	0,8%	0,8%	0,8%
Neuquén	0,8%	0,8%	0,7%
Santa Cruz	0,3%	0,3%	0,4%
Misiones	0,8%	0,8%	0,3%
Salta	0,5%	0,5%	0,3%
Río Negro	0,5%	0,5%	0,3%
Chaco	0,4%	0,4%	0,2%
Corrientes	0,3%	0,4%	0,2%

<sup>12</sup> Las empresas y el empleo se enmarcan en el Régimen de Promoción Económica Ley 19.640 (2012).

Continuación Tabla 2.4.

Catamarca	0,1%	0,1%	0,1%
La Pampa	0,4%	0,4%	0,1%
Jujuy	0,1%	0,1%	0,1%
Santiago del Estero	0,2%	0,2%	0,0%
La Rioja	0,1%	0,1%	0,0%
Formosa	0,0%	0,1%	0,0%
TOTAL	100%	100%	100%

Fuente: Dpto. Estudios Económicos de ADIMRA en base a Ministerio de Empleo, INDEC y datos propios, 2012

Una vez vista la distribución geográfica de las empresas y empleo metalúrgico correspondientes, analizaremos la estructura general del sector.

### ***2.1.5. Estructura general del sector metalúrgico – Mapa de cantidad y tamaño de empresas***

Sobre una base de aproximadamente 24.000 empresas, se trabajó con una muestra de 10.781, para las cuales se dispone de información relativa a empleo, ubicación, rubro, etc. Este grupo resulta representativo y relevante dado que del grupo restante alrededor del 80% lo componen empresas con menos de 10 empleados.

Tabla 2. 5. Cantidad de empresas, empleo y dotación promedio en el sector metalúrgico<sup>13</sup>. Detalle Provincial

PROVINCIA	CANTIDAD DE EMPRESAS	PARTICIPACIÓN	EMPLEO	PARTICIPACIÓN	DOTACIÓN PROMEDIO
Buenos Aires	6.514	60,42%	78.530	60,25%	12
Santa Fe	1.984	8,40%	26.646	20,44%	13
Córdoba	1.324	12,28%	13.565	10,41%	10
Mendoza	296	2,75%	2.552	1,96%	9
Entre Ríos	198	1,84%	1.509	1,16%	8
Tucumán	74	0,69%	834	0,64%	11
San Luis	63	0,58%	2.030	1,56%	32
Misiones	50	0,46%	214	0,16%	4
Chubut	41	0,38%	524	0,40%	13
Chaco	39	0,36%	129	0,10%	3
Salta	39	0,36%	235	0,18%	6
Río Negro	36	0,33%	177	0,14%	5
San Juan	32	0,30%	393	0,30%	12
Neuquén	22	0,20%	558	0,43%	25
La Pampa	16	0,15%	70	0,05%	4

<sup>13</sup> ADIMRA (2012) Estructura de empresas en el sector metalúrgico.

Continuación Tabla 2.5.

Tierra del Fuego	13	0,12%	1.815	1,39%	140
Santiago del Estero	10	0,09%	54	0,04%	5
Jujuy	7	0,06%	32	0,02%	5
La Rioja	6	0,06%	278	0,21%	46
Catamarca	5	0,05%	167	0,13%	33
Corrientes	5	0,05%	6	0,00%	1
Santa Cruz	5	0,05%	30	0,02%	6
Formosa	2	0,02%	2	0,00%	1
<b>TOTAL</b>	<b>10.781</b>	<b>100%</b>	<b>130.350</b>	<b>100%</b>	<b>12</b>

Fuente: Departamento de Estudios Económicos de ADIMRA, 2012

Analizadas las empresas del sector metalúrgico estudiaremos su dotación de personal.

**Tabla 2.6. Cantidad de empresas según dotación de personal en el sector metalúrgico. Detalle Provincial**

Dotación de Personal						
Provincia	Menos de 10	Entre 10 y 30	Entre 30 y 50	Entre 50 y 100	Entre 100 y 200	Más de 200
Buenos Aires	4.813	1.182	241	183	63	32
Catamarca	1	1	2	1		
Chaco	35	4				

Continuación Tabla 2.6.

Chubut	28	9	2	1	1	
Córdoba	1.052	179	42	30	13	8
Corrientes	5					
Entre Ríos	173	16	4	3	1	1
Formosa	2					
Jujuy	5	2				
La Pampa	15		1			
La Rioja	3		2		1	
Mendoza	237	44	7	5	2	1
Misiones	45	4	1			
Neuquén	14	6	1			1
Río Negro	28	8				
Salta	35	3		1		
San Juan	23	4	2	3		
San Luis	30	17	3	8	3	2
Santa Cruz	3	2				
Santa Fe	1.513	311	72	52	22	14

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

Santiago del Estero	9		1			
Tierra del Fuego	3	2	1		4	3
Tucumán	53	14	3	2	2	
<b>TOTAL</b>	<b>8.125</b>	<b>1.808</b>	<b>385</b>	<b>289</b>	<b>112</b>	<b>62</b>

Fuente: Departamento de Estudios Económicos de ADIMRA, 2012

A continuación realizaremos el análisis correspondiente por rubros.

La Tabla 2.7. muestra la cantidad de empresas según dotación de personal en el sector metalúrgico<sup>14</sup>.

Tabla 2.7. Detalle por Rubros<sup>15</sup>

Rubro Metalúrgico	Dotación de Personal				
	Entre 10 y 30	Entre 30 y 50	Entre 50 y 100	Entre 100 y 200	Más de 200
Aparatos de Uso Doméstico	21	1	13	11	5
Artefactos de Control y Administración de la Electricidad	57	17	13	4	1
Ascensores y Puentes Grúa	43	6	3	1	
Autopartes	97	25	20	6	6

<sup>14</sup> ADIMRA (2012) Estructura de empresas en el sector metalúrgico.

<sup>15</sup> Sólo se consideraron las empresas con más de 10 empleados.

Continuación Tabla 2.7.

Bombas, Válvulas y Calderas	45	14	8	11	3
Caños y Tubos de Acero	22	4	6	5	2
Carrocerías y Remolques	27	12	10	2	
Componentes Electrónicos	47	9	5		
Conductores Eléctricos	12	3		1	2
Construcciones y Aberturas Metálicas	77	14	15		
Equipo Médico e Instrumentos de Control	40	12	6	1	
Equipos de GNC y Envases de Metal	39	10	4	6	5
Forja, Engranajes y Piezas Ferroviarias	50	5	11	3	3
Fundición de Metales	78	19	15	5	6
Herramientas de Mano, Artículos de Cuchillería y Ferretería	73	17	13	2	1

Continuación Tabla 2.7.

Ingeniería y Montaje de Plantas Industriales	30	3	3	2	2
Lámparas y Equipos de Iluminación	20	5	4	1	1
Maquinaria Agrícola	89	24	22	8	4
Máquinas Herramienta	52	6	6	2	1
Metalúrgica Básica (Corte, Plegado, Galvanizado, Ferroaleaciones)	82	18	13	2	2
Moldes y Matrices	49	5	2	1	1
Motores, Generadores y Transformadores Eléctricos	22	7	9	3	1
Motos y Bicicletas	17	6	4	1	
Muebles Metálicos	19	6	4	2	1
Otras Maquinarias de Uso General o Especial	125	33	15	6	1
Otros Productos de Metal (Alambres, Burlonería, Grifería, Broncería)	99	23	10	6	4

Fuente: Departamento de Estudios Económicos de ADIMRA, 2012

A continuación veremos los comportamientos empresariales y demandas de política del sector metalúrgico.

### **2.1.6. Comportamientos empresariales y demandas de política en el sector metalúrgico argentino**

Luego de la crisis de 2001 y ante un escenario económico favorable, se generaron condiciones estimulantes para la adopción de conductas pro activas y de cambio estratégico en la industria nacional. En el estudio realizado por el Departamento de Estudios Económicos de ADIMRA conjuntamente con la Universidad Nacional de General Sarmiento, en abril de 2009 se intentó analizar el comportamiento empresarial del sector metalúrgico argentino en el mencionado contexto.

Los objetivos del informe estuvieron enfocados a conocer en qué medida se ha verificado un proceso de cambio empresarial profundo, haciendo referencia a la escala, exportaciones, gestión tecnológica y especialización; a identificar los obstáculos que enfrentan los empresarios y, finalmente, a detectar las brechas existentes entre las conductas deseables y la realidad, para definir políticas que cierren tales brechas.

Para elaborar el informe se realizó una encuesta a 250 empresas metalúrgicas de diferentes tamaños, localizadas en los principales polos productivos del país, tales como Buenos Aires (63%), Córdoba (15%), Santa Fe (16%), y Mendoza. Entre Ríos y San Luis representan un 6% de participación en el total de la muestra.

#### **2.1.6.1. Perfil de las empresas**

Veremos a continuación las características de las empresas encuestadas:

- La mayoría de las empresas encuestadas son firmas nacionales (88%), independientes y familiares (73%), fundadas hace más de 30 años. Ello reviste dos rasgos característicos del sector: por un lado, se trata de empresas consolidadas con una amplia trayectoria pero a la vez implica una baja presencia de compañías jóvenes. La mayoría tiene la gestión a cargo de sus dueños.
- Casi la mitad de las empresas factura anualmente hasta 7 millones de pesos, solo una de cada diez vende por encima de los 100 millones por año. En consecuencia, es un sector donde

claramente predominan las PyMEs. El 68% emplea menos de 100 empleados; un 14% posee entre 100 y 200 y solo el 18% restante tiene más de 200.

- La mayoría de los empresarios que está a cargo de las empresas del sector cuenta con secundario completo (89%) y un 40% de los mismos cuenta con título universitario. El plantel de empleados también es altamente calificado.
- El 75% de las empresas vende productos de fabricación propia, un 25% vende productos importados y un 22% vende producción nacional de terceros.
- Los clientes suelen ser empresas nacionales manufactureras de bienes finales (46%) y las que fabrican partes (30%). Asimismo, casi la mitad de las encuestadas venden a los comercios (45%) y poco más de un quinto le vende al sector de la construcción. El tamaño de los clientes está segmentado: el 41% le vende a grandes compañías, en general, son las de bienes de capital, mientras que un 47%, a PyMEs, centrado en Maquinaria Agrícola.
- El principal destino de las ventas es el mercado local. Sin embargo, el 68% de las empresas exporta, aunque menos del 20% de sus ventas. Los principales países de destino se encuentran en Latinoamérica. Con respecto a la fuente de insumos, la mayoría proviene del mercado local (en general, del sector siderúrgico) y se concentran en pocos proveedores.
- La competencia es de intensidad media, donde los competidores son, habitualmente, otras PyMEs. Se trata de empresas que en los últimos años crecieron en forma acelerada. Más de 2/3 expandió el número de puestos de trabajo, aunque solo 1/3 por encima del 20% anual.

Las estrategias de mercado de las empresas se analizan a continuación.

#### 2.1.6.2. Estrategias de mercado

Casi todas las empresas encuestadas han realizado esfuerzos en sus estrategias comerciales, en su mayoría para capitalizar oportunidades de negocio (71%), seguido por la presión competitiva (50%) e impulsadas por el cambio tecnológico (41%)<sup>16</sup>. Se mencionan a continuación las cinco principales estrategias adoptadas.

---

<sup>16</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

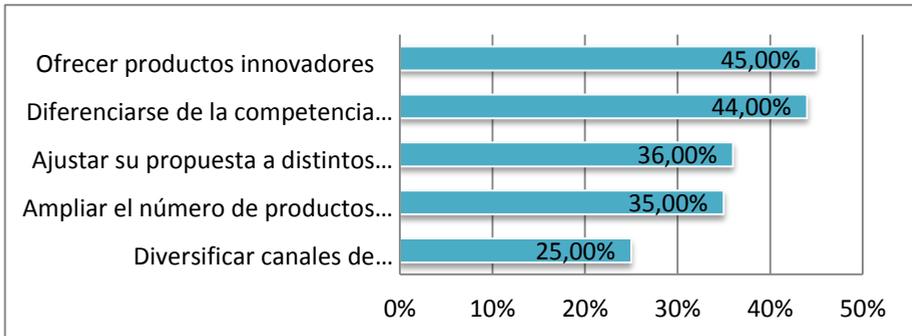
Tabla 2.8. Principales estrategias adoptadas

Principales Estrategias Comerciales Adoptadas	Sectores Metalúrgicos según la Cadena de Producción a la cual pertenecen						General
	Bienes de capital para la industria	Bienes de capital para el Agro	Otros bienes de Capital	Automotriz	Construcción	Metalúrgica básica y fundición	
<b>Diferenciarse de la competencia (diseño...)</b>	66%	66%	53%	75%	54%	44%	<b>60%</b>
<b>Ampliar el número de productos fabricados</b>	57%	66%	47%	67%	57%	50%	<b>58%</b>
<b>Ajustar su propuesta a distintos segmentos de clientes</b>	55%	63%	12%	54%	56%	42%	<b>52%</b>
<b>Ofrecer productos innovadores</b>	59%	72%	53%	46%	43%	31%	<b>52%</b>
<b>Diversificar canales de comercialización</b>	43%	59%	67%	46%	43%	44%	<b>48%</b>

Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

Sin embargo, el grado de efectividad alcanzado en la implementación de las mencionadas estrategias fue limitado, de acuerdo con las expectativas de los empresarios, como se ve en el Gráfico 2.7.:<sup>17</sup>

<sup>17</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

**Gráfico 2.7. Efectividad de las estrategias implementadas**

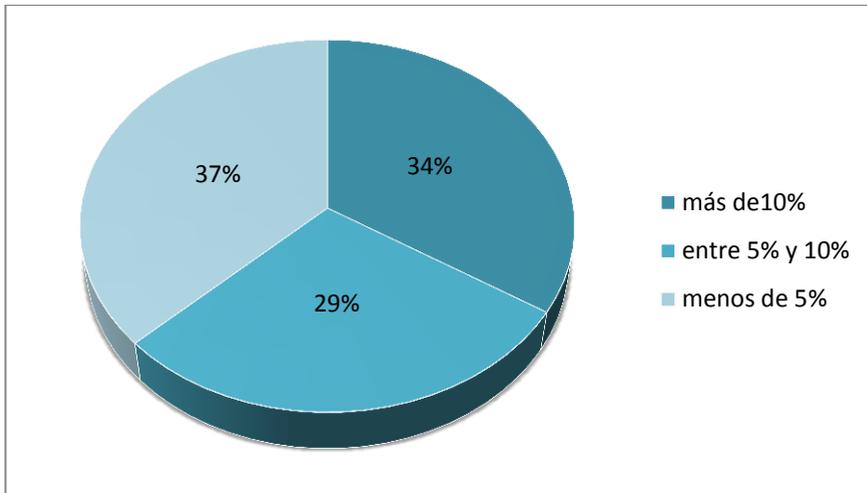
Con referencia al comercio internacional, la mayoría de las empresas encuestadas encontró dificultades para insertarse en los mercados externos, fundamentalmente por problemas para ofertar sus productos a precios competitivos (60%); por dificultades para obtener financiamiento (33%); por demoras en la devolución del IVA (29%); por conflictos para conseguir transporte en condiciones competitivas (26%) y, finalmente, por falta de información sobre clientes concretos (23%).

A continuación veremos las fuentes de financiamiento desde el punto de vista inversión, innovación y tecnología.

### 2.1.6.3. Inversiones, innovación y tecnología

La principal fuente de financiamiento de las inversiones fue la reinversión de utilidades y el aporte de los socios. La mayoría de las empresas realizó inversiones en porcentajes mayores o iguales al 5% de sus ventas. Con respecto a los gastos en Investigación y Desarrollo (I+D), los resultados fueron heterogéneos. Por un lado, un grupo importante de empresas no gasta ni asigna personal a la I+D (40%), mientras que por otro lado, más de 1/3 dedica más del 2% de sus ventas y de su personal a dichas actividades. El mayor esfuerzo de I+D se encontró en empresas de bienes de capital como se ve en el Gráfico 2.8.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

**Gráfico 2.8. Inversión sobre ventas**

Los resultados de la encuesta indican que en el periodo post crisis de 2001, en el marco de un rápido crecimiento de la demanda en el mercado local, que en el corto plazo permitía la generación de oportunidades de negocio, las firmas no han logrado llevar a cabo cambios profundos en el perfil de sus empresas (saltos de escala, tecnología u organización industrial). En la mayoría de los casos, los esfuerzos de inversión fueron muy importantes pero se dieron en el marco del modelo empresarial vigente. El mayor miedo manifestado por los empresarios al respecto, fue la incertidumbre de no recuperar la inversión realizada y la inestabilidad de la economía argentina. Sin embargo, han realizado esfuerzos tecnológicos alentados por las oportunidades de negocio y la presión competitiva. Los principales objetivos de las empresas en cuanto a los esfuerzos tecnológicos se concentraron en:

- Adquirir nuevos equipos para ganar calidad y productividad (70%)
- Desarrollar y lanzar nuevos productos (62%)
- Obtener equipos para ampliar la capacidad productiva (60%)
- Introducir herramientas de mejora continua (60%)
- Implementar sistemas de gestión de calidad (59%)

Por otra parte, los objetivos menos frecuentes fueron:

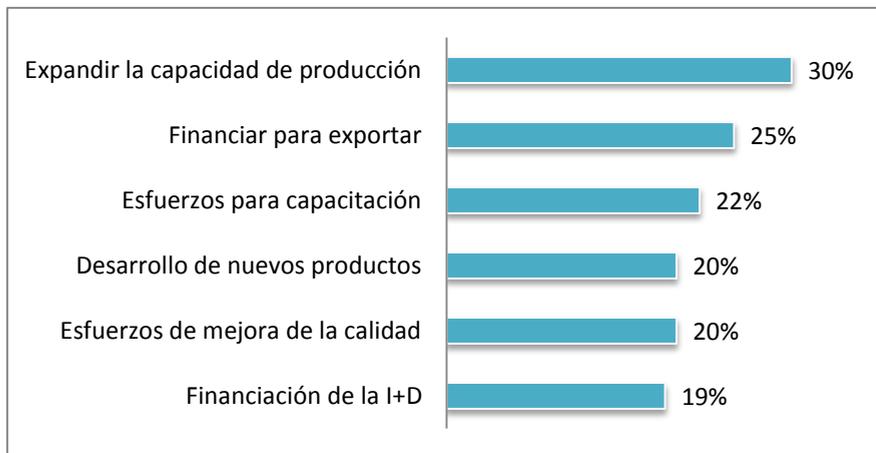
- Producir insumos que antes importaban (12%)
- Adquirir equipos para lanzar nuevos productos (26%)

- Construir nuevas plantas más competitivas (29%)

Veremos a continuación los cambios organizacionales respecto del personal.

#### 2.1.6.4. Organización y recursos humanos

Los esfuerzos de las empresas en esta área se focalizaron principalmente en la introducción de cambios en el contenido de los puestos de trabajo y en la capacitación del personal. Fueron frecuentes las empresas que llevaron a cabo cambios organizacionales más abarcativos e integrales.<sup>19</sup>



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

#### Gráfico 2.9. Cambios en la gestión de los Recursos Humanos

La mayoría de las empresas capacitó a su personal en los últimos años, especialmente a nivel operativo y administrativo (83%) y, en menor medida, en el rango gerencial (67%). Estos esfuerzos tuvieron una cobertura relativamente importante. Aproximadamente, en la mitad de las firmas, los gastos de capacitación representaron más del 1% de sus ventas.

<sup>19</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

### 2.1.6.5. *Redes y alianzas empresariales*

Las redes colaborativas más comunes con otras empresas incluyen a los clientes y proveedores localizados en el mercado interno. Sin embargo, alrededor de 1/3 de las firmas también se vinculan con clientes del exterior y más de 1/5 se relacionan con proveedores del exterior.

Con respecto al plano institucional, la relación más frecuente se da con la Cámara Empresarial, seguido por universidades, instituciones tecnológicas e instituciones públicas. Estos vínculos existen desde hace más de 5 años, sin intensificarse desde entonces. A continuación detallamos la contribución de las redes, en orden de importancia:

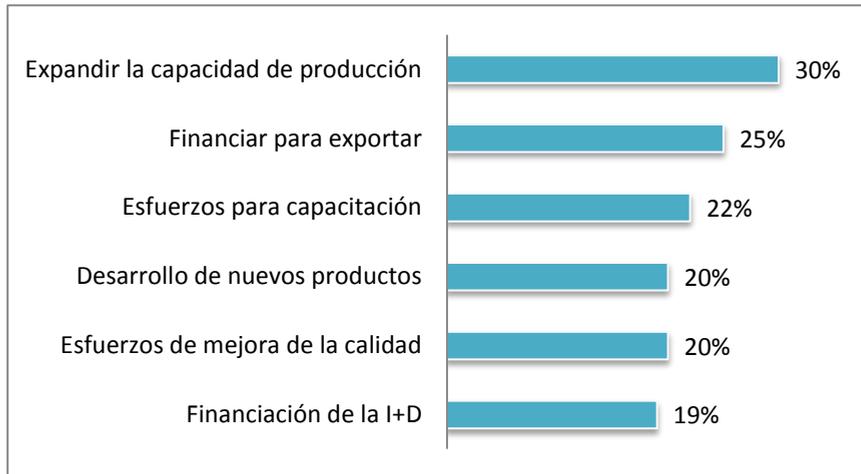
- Buscar información del contexto de negocios (57%)
- Estar tecnológicamente informado (53%)
- Conseguir buenos proveedores (46%)
- Conseguir clientes (45%)
- Certificar calidad (39%)
- Desarrollar productos y/o procesos (36%)
- Capacitar recursos humanos (35%)
- Desarrollar exportaciones (26%)
- Reducir los costos de innovación (25%)
- Realizar cambios organizacionales (23%)
- Contratar nuevos empleados (22%)

La mayoría de las empresas que no celebró alianzas mencionó que el principal motivo fue la falta de conocimiento e información al respecto, seguido por la ausencia de escala que les permita dedicar tiempo a la gestión. Por otra parte, uno de cada diez empresarios expresó haber tenido experiencias frustrantes, y finalmente otro grupo indicó no estar interesado en estas fórmulas de cooperación con otras empresas e instituciones. Las más proclives a desarrollar redes y alianzas, han sido las industrias de bienes de capital para el agro y las autopartistas.

### 2.1.6.6. *Contribuciones de las políticas*

La mayoría de las empresas mencionó que no utilizaba instrumentos y programas de política, principalmente por trabas burocráticas, ausencia de información sobre la existencia de los mismos y la falta de personal para gestionar los instrumentos. Otros, mencionaron que no precisaba apoyo y, un grupo más pequeño, directamente descreía que la política

pública pudiera apoyar a sus empresas.<sup>20</sup> Así se expresa en el Gráfico 2.10.



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

**Gráfico 2.10. Grado de satisfacción de los programas**

El instrumento más utilizado es el *Régimen del bono fiscal para bienes de capital*, seguido por el *Saldo técnico del IVA*. Beneficios como el programa PRE (de SEPyme) solo fue aprovechado por el 15% de las empresas; los beneficios de programas de “crédito fiscal para capacitación” tampoco fueron muy utilizados, así como tampoco los programas de financiamiento. El grado de satisfacción de aquellas empresas que utilizaron los programas fue, en general, satisfactorio.

#### 2.1.6.7. Posicionamiento competitivo, desafíos y obstáculos de crecimiento

Las principales desventajas competitivas mencionadas se basaron en la escala (53%), la capacidad de I+D (50%), la capacidad comercial (46%) y productividad (42%). Las desventajas competitivas con el exterior son más frecuentes entre las empresas autopartistas y las de productos para la construcción. Son pocas las que manifestaron encontrarse en una situación ventajosa en algún factor. Los tres problemas principales que enfrentan las compañías en la actualidad son: el costo laboral (47%), el

<sup>20</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

aumento de precios de los insumos siderúrgicos (42%), la falta de recursos humanos calificados (38%).

Como obstáculos externos a las firmas, las mismas manifestaron, como ejes principales, tener incertidumbre del contexto macroeconómico (95%), falta de financiamiento a la inversión (59%), pérdida de rentabilidad por aumentos salariales (40%) y falta de políticas de fomento a las exportaciones (35%).

Frente a estos desafíos presentes, las empresas definieron sus acciones prioritarias para proyectarse en los próximos años. Los objetivos más frecuentes son conquistar nuevos mercados e invertir para ganar productividad.

#### 2.1.6.8. Áreas de política

Presentamos a continuación un ranking de prioridades establecidas por los empresarios al ser consultados acerca de sus problemas actuales o de sus iniciativas estratégicas que requerían del apoyo de políticas específicas.<sup>21</sup>



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

**Gráfico 2.11. Principales demandas de políticas de apoyo**

<sup>21</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

Las demandas relacionadas con incrementar la I+D, parecen haber quedado relegadas. Es importante destacar que los empresarios mostraron en esta encuesta una baja efectividad empresarial en materia de actividades innovadoras, así como también un escaso uso de las políticas existentes. Está claro que una gestión innovadora exitosa requiere contar, por ejemplo, con capacidades gerenciales tecnológicas y de comercialización de la innovación, así como también con articulaciones con instituciones de I+D que trabajen en forma eficiente y efectiva.

Otro problema relevante mencionado por los empresarios y relacionado con las políticas públicas, tiene que ver con las dificultades para avanzar en los niveles de integración nacional de sus aprovisionamientos. Por otra parte, la mitad de los empresarios mencionó como clave el fomento a la inversión de los proveedores.

### **2.1.7. Análisis regional y según tamaño**

Realizaremos a continuación un análisis de las Empresas en función del tamaño, inversiones en innovación y tecnología (I+D), redes y alianzas con sus clientes y proveedores, organización y recursos humanos y desempeño y posicionamiento competitivo y obstáculos de crecimiento.

#### **2.1.7.1. Perfil empresarial**

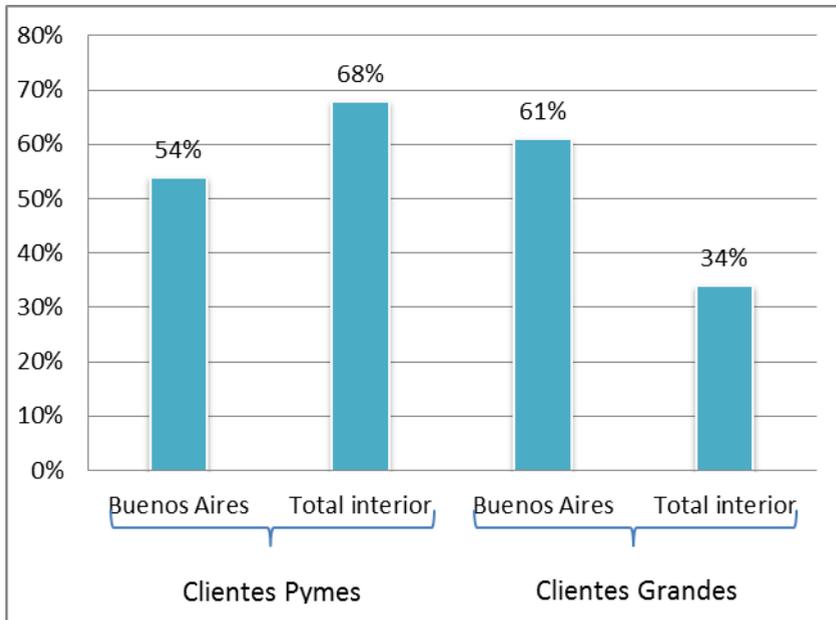
Las empresas han sido clasificadas en cuatro grupos atendiendo a su tamaño en cuanto a la cantidad de empleados: (Cuadro 2.2.)

Muy pequeñas	Hasta 30 ocupados	PyMEs
Pequeñas	Entre 30 y 99 ocupados	
Medianas	Entre 100 y 199 ocupados	
Grandes	200 o más ocupados	

Fuente: ADIMRA en base propia, 2014

#### **Cuadro 2.2. Cantidad de empleados por tipo de empresa**

A continuación veremos los aspectos más significativos de las empresas PyMEs estudiadas. Son las que se ven en el Gráfico 2.2.:



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

Gráfico 2.12. Perfil de los clientes

- Las empresas pequeñas son menos especializadas. Esto es, que en materia de gestión financiera, comercialización, recursos humanos, comercio exterior, I+D, sistemas es menos frecuente que tengan áreas o gerencias específicas. En otras palabras, La gestión de las mismas está más dominada por sus dueños.
- En las medianas y grandes empresas, existen gerentes al frente de las áreas. Aunque solo en la mitad de las encuestadas la autonomía de los gerentes es elevada.
- El nivel educativo de los empresarios resulta ser mayor en las empresas medianas y grandes. Así como también el perfil de recursos humanos.
- El dinamismo comercial es mayor en las empresas grandes.
- El perfil de clientes de las pequeñas empresas son PyMEs, mientras que las medianas y grandes incluyen a otras grandes compañías en sus carteras.
- Las medianas y grandes empresas sufren mayor competencia que las pequeñas y las muy pequeñas.
- La orientación exportadora se da mayormente en las empresas grandes y medianas.

- El destino de exportaciones de las más pequeñas se basa, en general, en los países limítrofes, y en menor medida, en Latinoamérica. Las pequeñas le venden además a Brasil, y las medianas y grandes también le venden a Estados Unidos y Europa.<sup>22</sup>
- Los mercados en los que operan las empresas del interior suelen ser más dinámicos a nivel comercial que las empresas de Buenos Aires.
- Las empresas del interior tienen más clientes PyMEs que las de Buenos Aires
- Las exportaciones con carácter estratégico se dan con mayor frecuencia en el interior.
- Las empresas del interior versus las empresas de Buenos Aires ofrecen productos con mayor innovación (60% vs. 47%), poseen mercados de destino más segmentados (59% vs. 48%), se diferencian de la competencia (69% vs. 55%), diversifican canales de comercialización (58% vs. 43%), invierten en marcas propias e imagen (54% vs. 37%), diversifican productos (72% vs. 50%), y en menor medida desarrollan alianzas comerciales con otras empresas del país (33% vs. 23%).
- Las medianas empresas son las que más intensamente buscaron ofrecer productos innovadores (62% vs. 52% en promedio), ampliaron el número de productos propios (73% vs. 58% en promedio) y desarrollaron más alianzas con empresas del exterior (38% vs. 25% en promedio).
- Las grandes empresas intentaron concretar alianzas con empresas del país y exportar a Brasil como proveedor especializado.
- Las empresas medianas y las grandes se destacaron por desarrollar estrategias de mercado más ofensivas.

A continuación veremos las inversiones en proyectos, innovación y tecnología de las empresas de Argentina.

#### 2.1.7.2. *Inversiones, innovación y tecnología*

En la Tabla 2.9. vamos a analizar la dinámica de las empresas respecto a las actividades de I+D y sus esfuerzos tecnológicos.

- Las empresas del interior resultaron más dinámicas que las de Buenos Aires, respecto a las actividades de I+D (Córdoba fue la que se destacó).

---

<sup>22</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

- Con respecto a los esfuerzos tecnológicos también presentaron un mayor dinamismo que Buenos Aires.<sup>23</sup>

Tabla 2.9. Inversiones en proyectos y esfuerzos tecnológicos por región

Inversiones en proyectos y esfuerzos tecnológicos	Buenos Aires	Total Interior	Córdoba	Santa Fe
Adquirir nuevos equipos para ganar calidad / productividad	65%	79%	84%	76%
Adquirir equipos para ampliar la capacidad productiva	56%	67%	68%	71%
Introducir herramientas para la mejora continua	56%	68%	68%	61%
Desarrollar nuevos productos de diseño propios	55%	74%	81%	68%
Introducir políticas / sistemas de gestión de calidad	54%	69%	68%	66%
Desarrollar nuevos procesos	48%	67%	70%	63%
Desarrollar proveedores	42%	62%	68%	59%
Llevar adelante proyectos de I+D	34%	46%	54%	39%
Construir una nueva planta productiva más competitiva	25%	38%	46%	34%

Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

- Las grandes y medianas empresas estuvieron más activas en materia de esfuerzo tecnológico y productivo. Las medianas son las que realizaron inversiones más elevadas (el 10% de sus ventas), a través de reinversión de utilidades.
- Las pequeñas empresas fueron las que menor acceso tuvieron al crédito de largo plazo y las que más apelaron a aportes de sus socios.
- Las más pequeñas invirtieron proporciones de sus ventas en una mayor proporción que las empresas grandes.

<sup>23</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

- La capacidad de patentar productos a nivel nacional fue mayor a medida que crece el tamaño de la firma. Sin embargo, se trata de productos que no tienen incidencia alguna sobre la vida comercial de las empresas.

A continuación veremos las empresas desde el punto de vista de la organización y recursos humanos.

#### *2.1.7.3. Organización y recursos humanos*

El activismo comercial y tecnológico de las empresas del interior, no estuvo acompañado de esfuerzos similares en el plano organizacional y de gestión de recursos humanos, excepto en las empresas cordobesas. En estas, fue más frecuente la creación y apertura de las primeras gerencias, la implementación de equipos de trabajo, la organización del mismo, la búsqueda de mayores niveles de especialización en los puestos de trabajo y los esfuerzos de capacitación. En este último aspecto, los valores han sido inferiores en las empresas del interior que en las de Buenos Aires.

Las empresas grandes seguidas por las medianas fueron las más activas en este campo, crearon mayor cantidad de nuevas gerencias y realizaron un mayor esfuerzo para profesionalizarse.

Las grandes y las medianas empresas fueron las que mayor cantidad de actividades de capacitación brindaron.

Estudiaremos a continuación las redes y alianzas de las empresas, en contraste las empresas del interior con las de Buenos Aires.

#### *2.1.7.4. Redes y alianzas*

Los aspectos más destacados de las empresas en cuanto a su tamaño y ubicación son los que se destacan a continuación:

- Las empresas del interior son más proclives a desarrollar redes informales con sus clientes y proveedores, ya sea de la misma ciudad, del resto del país o del exterior;
- Tienen mayor interacción con las instituciones que las empresas de Buenos Aires (especialmente la provincia de Córdoba);
- La efectividad de las redes es mayor;
- Los acuerdos de cooperación con instituciones (especialmente en Santa Fe), son más comunes. Principalmente en capacitación y realización de ensayos.

- Las pequeñas empresas tienen conductas más cerradas que las medianas y grandes, las empresas se encuentran más aisladas y no se relacionan en redes.
- Las medianas y grandes empresas no solo participan en las redes sino que también consiguen aprovecharlas en mayor medida.<sup>24</sup>
- Las empresas grandes seguidas por las medianas fueron las que más participaron en alianzas con otras empresas, así como también tuvieron mayor relación con las instituciones.

La Tabla 2.9 muestra los porcentuales por tamaño de ocupación de las empresas respecto de la asociatividad de las mismas como estrategia.

Tabla 2.10. Porcentuales por tamaño de ocupación de las empresas

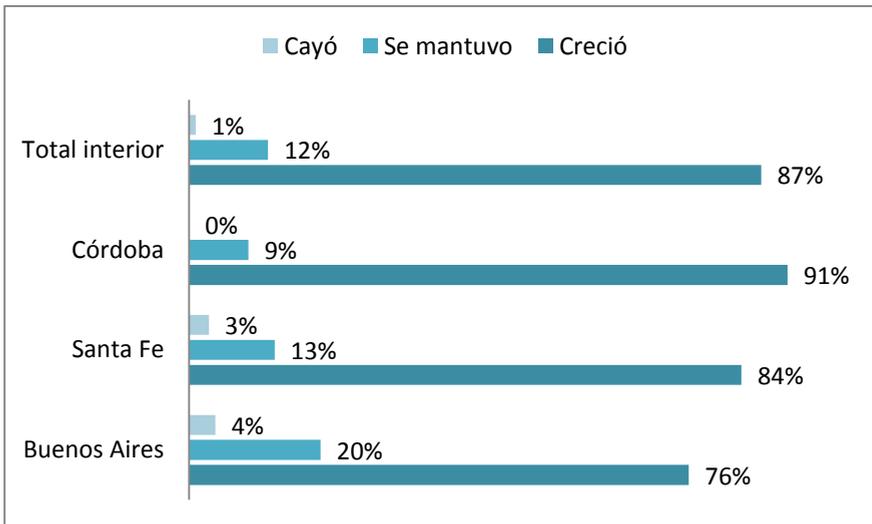
Contribuyó mucho para	Tamaño por ocupación			
	Hasta 30	Entre 30 y 100	Entre 100 y 200	más de 200
Conseguir clientes	41%	45%	38%	49%
Conseguir buenos proveedores	30%	49%	45%	57%
Contratar buenos empleados	15%	19%	31%	27%
Capacitar recursos humanos	17%	29%	52%	54%
Certificar calidad	22%	35%	59%	54%
Realizar cambios organizacionales	9%	25%	34%	24%
Obtener información sobre el contexto de negocio	48%	49%	76%	68%
Estar tecnológicamente informado	33%	49%	79%	68%
Desarrollar productos y/o procesos	24%	34%	55%	43%
Reducir los costos y riesgos de la innovación	20%	19%	38%	30%
Desarrollar exportaciones	22%	19%	34%	38%

Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

<sup>24</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

### 2.1.7.5 Desempeño, posicionamiento competitivo y obstáculos de crecimiento

En el Gráfico 2.13. se presenta la evolución de las ventas tanto de las empresas de Buenos Aires como de las del interior<sup>25</sup>:



Fuente: ADIMRA en base propia, 2012

**Gráfico 2.13. Evolución de las ventas en los últimos 5 años**

A continuación se detalla el posicionamiento competitivo de las empresas y obstáculos de crecimiento en función de su ubicación y tamaño.

- Las empresas de Santa Fe tienen menos información que las de Buenos Aires sobre sus competidores del exterior, en lo que respecta a escala (44% vs. 15%), productividad (44% vs. 14%), calidad del producto (34% vs. 12%), capacidad de I+D (46% vs. 17%), servicios de posventa (41% vs. 19%), entre otros.
- Entre los principales problemas, las empresas del interior identificaron en forma generalizada la existencia de limitaciones para financiar el capital de trabajo, seguido por la caída en las rentabilidades.
- En el caso de los exportadores, los del interior, manifestaron mayores problemas que los de Buenos Aires en ofrecer sus productos a precios competitivos.

<sup>25</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

- Otro aspecto que resaltaron fue la demora en recibir la devolución del IVA.
- La evolución de las ventas de las empresas de distinto tamaño fue despareja. Las grandes crecieron por encima del 40% en su facturación, y las pequeñas solo lograron como máximo un 12%.
- La diferencia también se dio en el número de empleados. Las más pequeñas no lograron crecer mientras que las grandes expandieron su dotación por encima del 20%.
- Las exportaciones no evolucionaron de la misma manera. La mayoría de las pequeñas empresas no logró expandir su comercio al exterior (56%), mientras que el 69% de las grandes sí lo hizo.
- A pesar de haber tenido comportamientos distintos, tanto las grandes, como las medianas y las pequeñas empresas, comparten que su principal obstáculo es la incertidumbre frente al horizonte económico, sumado a la falta de financiamiento para invertir y exportar y la pérdida de rentabilidad que les ocasiona el aumento de los costos salariales.
- Las más pequeñas suman al problema anterior, las dificultades que tienen para acceder a información sobre potenciales compradores y las relacionadas a la falta de respaldo financiero suficiente para encarar la actividad.
- Por otra parte, las compañías grandes y medianas son las que más dificultades han encontrado a la hora de contratar personal calificado.

En el siguiente análisis veremos la clasificación de las empresas PyMEs y su relación con las PyMEs de otros países y sectores tecnológicos.

### ***2.1.8. Análisis conceptual de las empresas PyMEs metalúrgicas***

Diversos autores han tratado de sintetizar el significado de PyMEs. De acuerdo con ADIMRA (Asociación de Industriales de la República Argentina) realiza la siguiente clasificación:

Las empresas han sido clasificadas en cuatro grupos: las tres primeras, como PyMEs, en “muy pequeñas”, que tienen hasta 30 ocupados, “pequeñas”, entre 30 y 99 ocupados, “medianas”, entre 100 y 199 ocupados; mientras que las “grandes” constan de 200 o más ocupados (Ver Cuadro 2.2.).

El desarrollo tecnológico de un país implica selección, gestión y preparación de infraestructura, políticas activas, actores consolidados,

entre otros, que terminan facilitando o inhibiendo el desarrollo de algunos sectores.

En Argentina la mayoría de las PyME son firmas nacionales (88%), independientes y familiares (73%), fundadas hace más de 30 años. Ello reviste dos rasgos característicos del sector: por un lado, se trata de empresas consolidadas con una amplia trayectoria pero ello implica una baja presencia de empresas jóvenes. La gestión de la mayoría de las empresas está a cargo de sus dueños (ADIMRA)<sup>26</sup>.

Actualmente las presiones de la globalización y las nuevas formas de competencia han conducido al gobierno nacional a canalizar esfuerzos hacia la creación de empresas de un alto componente de conocimiento, capacidad emprendedora y de gestión empresarial.

Los países más desarrollados del mundo, con eje en Estados Unidos, han escogido a la biotecnología como la tecnología de frontera más importante para mantener altas tasas de crecimiento económico y seguir siendo muy competitivos en los mercados globales (Kollmer, H; Dowling, M., 2004), (Varela, 2005)

La industria del software se constituye en plataforma transversal que permite el funcionamiento de múltiples industrias y servicios, siendo en muchas ocasiones la columna vertebral de éstas y un foco de innovación (May, M.; Sbragia, R., 2005), (Raschiatore, R.; Rimoli, C.A., 2005). Países con condiciones similares a Argentina, como Irlanda y algunos del continente asiático como India, transformados en líderes globales de la industria del software, tienen como primera fuente de ingresos y desarrollo social a dicho sector, dado que no requiere altas inversiones en maquinaria, ni grandes espacios, como lo puede precisar una empresa perteneciente a los sectores tradicionales de la economía (Colmenares, 2004).

Los países más representativos en la industria del software son India, Irlanda, Israel y Estados Unidos. En Latinoamérica sobresalen Brasil, Chile, Costa Rica, Argentina y Uruguay (Pineda, 2004), con industrias que se encuentran en una etapa relativamente joven, al igual que en otros países con economías emergentes, mostrando una tendencia hacia el desarrollo de software libre (Sampedro, J.L.; Oliveira, A., 2005); (Salles,S., Nuti, G., De Lucca, J.E. y Alves, A. M., 2005); (Alves, A. M., Vaghetti,C., Velga, R. y Basile, F.A., 2005).

Los casos de India, Irlanda e Israel constituyen ejemplos de aprovechamiento de nichos o ventajas de especialización en una

---

<sup>26</sup> ADIMRA (2012) Comportamientos empresariales y demandas de políticas.

combinación público-privada de diferentes características que dio lugar a desarrollos nacionales sumamente interesantes que han permitido aumentar la capacidad de exportación, de formación y retención de personal altamente calificado, construyendo nichos de excelencia con alta competitividad y rentabilidad (Chudnosvsky, D., López, A. y Melitsko, S., 2000).

Así mismo, de una revisión de la literatura sobre elementos relacionados con el desarrollo de las PyMEs en algunos países de la región latinoamericana , teniendo en cuenta autores como (Martínez, 2006), (Rincón, 2006), (Ciarli, T., Giuliani, E. , 2005), (Glullani, 2005), (Darscht, 2005), (Jaén, 2005), (Sampedro, J.L.; Oliveira, A., 2005), (Lotti, F., Sobral, M. C. , 2005), (May, M.; Sbragia, R., 2005), (Martins, V. M., Coelho, A. M., Márcio, S., Vasconcelos, C. H.;, 2005), (Polizelli, D., Masalu, A., 2005), (CIETEC, 2004), (Gómez, 2004), (CAF, 2003), (Dinero, 2003), (Novick, M., Miravalles M., 2002), (Olalde, 2001), (Morales Rubiano, M.; Castellanos Domínguez, F., 2007) entre otros, se puede destacar que factores como la participación decisiva del gobierno, a través del financiamiento y estímulo al fortalecimiento de proyectos en áreas consideradas estratégicas, ha sido un elemento importante para el progreso de dichos sectores. Además, se evidencia que es indispensable la transferencia del conocimiento desde las entidades de enseñanza e investigación al conjunto de la economía.

### **2.1.9. Análisis conceptual de la competitividad sistémica**

La competitividad es un concepto que no tiene límites precisos y se define en relación con otros conceptos (Garay, 1998). La definición operativa de competitividad depende del punto de referencia -nación, sector, firma-, del tipo de producto analizado -bienes básicos, productos diferenciados, cadenas productivas, etapas de producción- y del objetivo de la indagación corto o largo plazo, explotación de mercados, reconversión, entre otros (Piñeiro M., Jaffé W. y Muller, G., 1993).

La preocupación por el estudio de la competitividad es un tema reciente, debido a que durante mucho tiempo el comercio internacional de los países estuvo soportado en el supuesto de que lo importante eran las ventajas comparativas, es decir, aquellas que promueven el crecimiento, básicamente mediante la especialización y el aprovechamiento de la dotación de factores productivos, asignando un rol pasivo tanto al gobierno como a las empresas (Bejarano, 1998).

Sin embargo, los planteamientos más recientes muestran que el concepto relevante es el de ventajas competitivas (Spence, M. y Hazard, H., 1988) y que la tesis de las ventajas comparativas no incorpora elementos dinámicos fundamentales en condiciones de competencia, como el proceso de innovación tecnológica, la diferenciación del producto, la productividad o la segmentación del mercado, entre otros.

La experiencia exitosa de algunos países asiáticos muestra que la competitividad internacional está relacionada, cada vez más, con el resultado de políticas económicas nacionales y logros empresariales y no de la mera existencia de recursos naturales o abundante mano de obra económica (Villamizar, R. y Mondragón, J. C., 1995).

Ahora la clave está en que las empresas generen ventajas competitivas apoyándose en el mejoramiento tecnológico, pero el Estado debe propiciar un ambiente adecuado por medio de políticas e incentivos a la innovación y al mejoramiento continuo. Teniendo en cuenta el carácter dinámico de la noción de competitividad, en los últimos años han tomado fuerza enfoques que integran tanto factores del entorno como diversos actores. Así, por ejemplo, se encuentra la ventaja competitiva (Porter, 1991), la competitividad global (Coriat, 1997), los determinantes de la competitividad (Ferraz, 1996), la competitividad estructural (OCDE, 1992) y la competitividad sistémica (Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D. y Meyer, J., 1996), entre otros.

#### **2.1.10. La competitividad sistémica**

La competitividad sistémica va más allá del concepto formulado por la OCDE y otros planteados con anterioridad que dejan de lado la dimensión política en la creación de competitividad. Constituye un marco de referencia tanto para países industrializados como para aquellos en vías de desarrollo, y nace de la necesidad de contar con un entorno propicio que permita afrontar con éxito los retos que impone la globalización (Esser et al, 1996). Al respecto, se pueden distinguir preferentemente tres enfoques que se basan en el modelo de competitividad sistémica planteado, originariamente, en la década de los noventa, por los autores antes citados:

-Niveles analíticos: en este caso, se hace énfasis en que “la competitividad de la economía descansa en medidas dirigidas a un objetivo, articuladas en cuatro niveles analíticos (meta, macro, meso, micro) y se basa asimismo en un concepto pluridimensional de conducción que incluye la competencia, el diálogo y la toma conjunta de

decisiones, concepto al que están adscritos los grupos relevantes de actores” (Esser et al., 1996).

En el nivel *meta* se analizan los factores socioculturales, la escala de valores, los patrones de organización política y económica, la habilidad del Estado para buscar el desarrollo de un país a través de mecanismos eficientes de cohesión social y la capacidad de imponer los intereses del futuro a los del presente; es decir, en este nivel se examina la capacidad de una sociedad para la integración y la estrategia.

El nivel *macro* hace referencia a aspectos como la política monetaria, fiscal, cambiarla, comercial, antimonopolio, protección al consumidor, estabilidad legal y ambiente económico y político.

En el nivel *meso* ante todo es relevante el desarrollo oportuno y selectivo de la infraestructura, al igual que debe evaluarse la calidad de vida, el nivel de educación del talento humano, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, el aprovechamiento sostenible del medio ambiente y el crecimiento local.

Finalmente, en el nivel *micro* el énfasis está puesto en la manera como las empresas reaccionan a los requerimientos del entorno, por medio de combinaciones organizativas, sociales y técnicas que permitan la consecución de la calidad y la eficiencia.

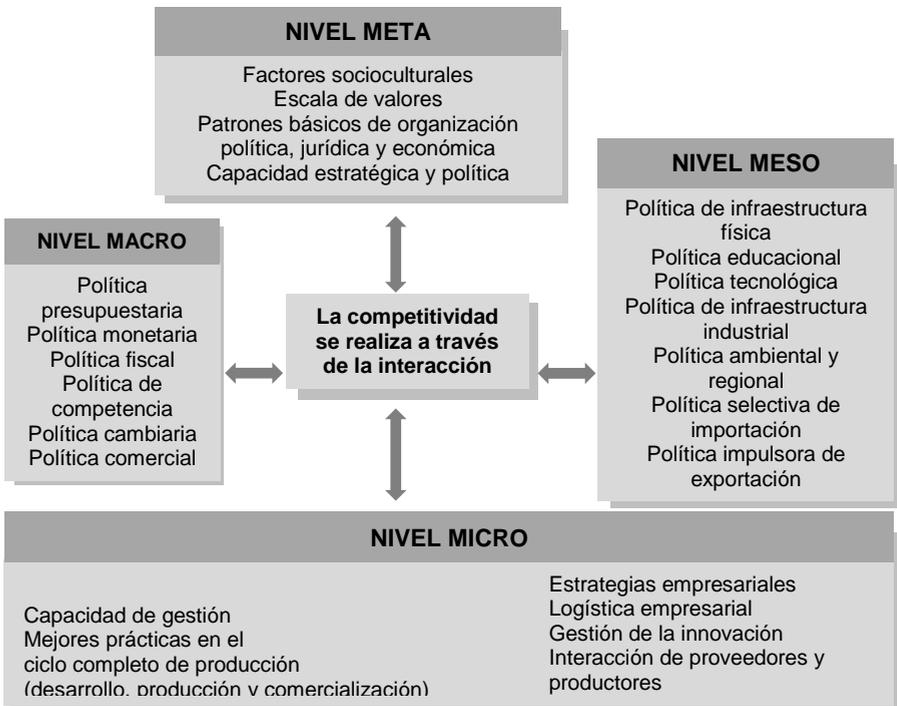
-Niveles políticos: especialmente en Brasil (Mugnolo, 2003) se resalta que es posible ver el enfoque de competitividad sistémica desde los diferentes ámbitos de la estructura política de un país (municipal, regional, nacional y supranacional). De esta forma, se determinan los factores de competitividad sistémica meta, macro, meso y micro en los diferentes niveles de agregación política, y a cada actor le corresponde un grado de responsabilidad en el desarrollo de dichos factores.

-Clásico o funcional: aun desde los planeamientos de los clásicos, pasando por la escuela de recursos humanos y el enfoque de la teoría general de sistemas, se ha hecho énfasis en que se puede ver la organización desde el aspecto funcional, es decir, cómo a través de la integración de departamentos y funciones administrativas se logra responder de forma eficiente al entorno (Lawrence, P. y Lorsch, J. , 1987). En este sentido, una empresa organizada no existe en aislamiento, sino que más bien es una parte de sistemas mayores, como la industria a la cual pertenece, el sistema económico y la sociedad (Koontz, H. y Weihrich, H., 2002). Según estos planteamientos, la empresa es vista como un todo integrado, en donde cada subsistema está interrelacionado con la operación total. Así, la empresa es sujeto de análisis en cada una de sus partes, para determinar aquellos segmentos

que no se desempeñan de forma eficiente y que por tanto constituyen el eslabón débil del sistema. De esta forma, las funciones administrativas son ejecutadas en conjunción con la operación del sistema y no como entidades separadas (Kast, F. y Rosenzweig, J. E., 1983).

**2.1.11. El enfoque de competitividad sistémica en el ámbito internacional**

Los países desarrollados, y también algunos países latinoamericanos ya cuentan con modelos de competitividad sistémica. Es de señalar que los primeros desarrollos se dieron en Alemania con base en estudios que proponen cuatro niveles de análisis que pueden ser sintetizados en el Cuadro 2. (Esser et al., 1996).



Fuente: Adaptado de Cepal, 2001

**Cuadro 2.3. Modelo de competitividad sistémica genérico<sup>27</sup>**

<sup>27</sup> ADIMRA (2012) Estrategias para el fortalecimiento de las Pyme.

En los últimos años, en la región latinoamericana ha crecido el interés por adoptar esquemas integrales que permitan entender y propiciar un desarrollo dinámico de los aspectos que afectan la competitividad. Es así que países como Brasil y México han adaptado el modelo de competitividad sistémica de acuerdo con un enfoque particular que tenga en cuenta las especificidades de cada sector a través de la ponderación diferenciada y dando mayor importancia a los aspectos que se consideran estratégicos. Por ejemplo, en Brasil se tiene gran interés por desarrollar este modelo en los sectores de base tecnológica (Mugnol, 2003). México, por su parte, está basando algunos de sus planes de desarrollo regional en el modelo creado por el Centro de Capital Intelectual y Competitividad, (CECIC, 2002), que fue adaptado de acuerdo con las necesidades específicas de la región, complementando el nivel meta con factores de tipo internacional e institucional (Villarreal, R. y Ramos, R. , 2002).

### **2.1.12. El enfoque de competitividad sistémica en el país**

En Argentina, la apertura económica ocurrida en la década de los noventa produjo un detrimento de la actividad industrial que se vio reflejado en los indicadores que permiten establecer el comportamiento de la competitividad de los sectores y los que comparan sus capacidades competitivas frente a otros países, como es el caso de la balanza comercial relativa o del ranking mundial de competitividad<sup>28</sup>.

De cualquier forma, se requiere una mayor inversión en ciencia, tecnología e innovación, ya que actualmente ésta no pasa del 0,6%<sup>29</sup> del PIB y la proporción correspondiente al sector privado también es incipiente comparado con lo que ocurre en los países desarrollados (García, 2006)<sup>30</sup>.

No obstante, las tendencias internacionales muestran que el desafío actual reside en avanzar en la formulación de un proyecto productivo de largo plazo y en el desarrollo institucional de la acción privada-colectiva-pública, asegurando un ambiente macro, meso y micro propicio para el

---

<sup>28</sup> Este informe es publicado cada año por el Instituto para el Desarrollo Gerencial y por el Foro Económico Mundial.

<sup>29</sup> Dato extraído de (Presidencia de la Nación, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Secretaría de Hacienda, Subsecretaría de Presupuesto, Oficina Nacional de Presupuesto, 2014).

<sup>30</sup> La inversión en ciencia, tecnología e innovación, incluyendo la Inversión privada, está alrededor del 0,5% del PIB, mientras que en algunos países desarrollados, como Finlandia y Suecia, se está llegando al 4%. Además, la proporción que aporta el sector privado está por el orden del 25%, y el 75% restante corresponde al gobierno y a las universidades; mientras que en los países desarrollados, el sector privado es el que realiza la mayor parte de la inversión.

fortalecimiento y la modernización de la actividad productiva y la competitividad sistémica.

Actualmente, en el país ya se empieza a utilizar el enfoque de competitividad sistémica por parte de organismos estatales y privados, haciendo alusión a la importancia de ver los factores que afectan la competitividad desde un punto de vista integral. No obstante, hace falta traducir los conceptos teóricos en herramientas o técnicas que permitan sacar provecho de dichos conceptos.

Pero es evidente que la desarticulación de todos los actores que podrían ayudar al fortalecimiento y desarrollo real del sector es un gran inconveniente, dado que, aunque se tienen programas orientados al apoyo de los proyectos de las Pyme, se dificulta su operacionalidad, se duplican esfuerzos y recursos; finalmente, se frustran las aspiraciones del pequeño empresario y los resultados de cada institución no son los esperados, comparados con los objetivos inicialmente propuestos (Barreto, 2004).

El nivel meso ha sido poco estudiado a nivel mundial, regional y nacional. Su desarrollo recibe escasa atención debido a que no existen las estructuras adecuadas de coordinación entre los niveles micro y macro locales, regionales o nacionales (Aguilera, 2005). Su importancia radica en que es un medio para vincular las acciones de los sectores público, privado y académico, logrando, a través de una planeación estratégica participativa, el acoplamiento de las estructuras y el impulso al desarrollo y la competitividad de las empresas.

### ***2.1.13. Manejo gerencial y comportamiento tecnológico***

El concepto de generación planteado por Correa (Correa, 1996), define tres grupos, del siguiente modo: la primera generación se caracteriza por una contribución mínima de la ciencia y la ingeniería; la segunda, por una asimilación relativamente adecuada de los insumos científicos e ingenieriles a escala industrial y de los elementos de la administración en los procesos productivos; y la tercera, basada en la aplicación integrada del conocimiento, la tecnología y, en el mejor de los casos, de la gestión en la empresa .

Las tendencias encontradas por Correa (Correa, 1996) y profundizadas por Castellanos, Jiménez y Medina (Castellanos, O., Jiménez, C. y Medina, Y., 2002) en cada una de las generaciones, definen algunas características tecnológicas y gerenciales, en las que se evidencia que a

medida que aumenta el grado de especialización se incrementa el nivel de desarrollo de la tecnología utilizada como herramienta o como base de los procesos. Sin embargo, ocurre lo contrario con los aspectos gerenciales, que se toman como elemento poco formalizado y descontextualizado dentro de las actividades desarrolladas, aspecto definitivo para explicar las deficiencias encontradas dentro de la tercera generación.

Por ejemplo, en la industria metalúrgica las Pyme se caracterizan porque por lo general sus procesos no están formalmente identificados ni normalizados y existe una cultura organizacional enfocada a mirar hacia adentro, descuidando la presencia de los factores externos, lo que conduce a que la gestión administrativa no realice control de las diferentes áreas y actividades que son estratégicas para el desarrollo de la empresa (Murcia, 2004).

Las mismas presentan serias deficiencias en lo correspondiente al uso de herramientas de gestión de proyectos, de programas de certificación de última generación para su talento humano y de visión prospectiva frente a los cambios radicales del desarrollo de nuevos productos y de oportunidades que hoy en día ofrece el mercado.

Los conocimientos, las habilidades y las herramientas que el dueño o gerente domina no son los mismos que necesita para ser empresario. Normalmente, se pretende que sea el mismo dueño el que lidere el proyecto empresarial, sin contar con las herramientas ni con los conocimientos de gestión. A medida que la tecnología evoluciona para convertirse en una empresa de mayor crecimiento, el liderazgo del proyecto debe evolucionar de un enfoque meramente tecnológico, a un enfoque empresarial.

Para mejorar su desempeño, entendiendo que la realidad es siempre más compleja de lo que el operador puede describir, pero que en algún lugar es necesario detenerse para poder formular una estrategia, y que a pesar de las limitaciones siempre hay algo para hacer (Etkin, J. y Schvarstein, L, 1995).

En este sentido, se hizo una revisión bibliográfica tomando como ejes, por un lado, el desarrollo de la competitividad sistémica y, por el otro, las características y prácticas de gestión en PyMEs.

El Cuadro 2.4. resume los factores analizados desde el punto de vista empresarial:

<b>Factores Empresariales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Características Generales de la Industria Metalúrgica</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evolución de la Cantidad de Empresas y Participación en el PBI</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evolución de las Empresas Metalúrgicas por Sectores</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Distribución Geográfica de las Empresas y el Empleo Metalúrgico</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estructura general del sector metalúrgico – Mapa de cantidad y tamaño de empresas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comportamientos empresariales y demandas de política en el sector Metalúrgico argentino</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis regional y según tamaño</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis conceptual de las empresas PyMEs metalúrgicas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis conceptual de la competitividad sistémica.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La competitividad sistémica.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El enfoque de la competitividad sistémica en el ámbito internacional</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El enfoque de la competitividad sistémica en el país.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manejo gerencial y comportamiento tecnológico</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia, 2015

#### Cuadro 2.4. Factores empresariales

La gestión de las PyMEs tradicionales en muchos casos sigue siendo empírica, realizada por sus dueños, con énfasis en la gerencia del día a día y en un contexto individualista que no permite apoyarse en las ventajas que se derivarían de las sinergias alcanzadas a través de la asociatividad o alianzas estratégicas entre los mismos empresarios.

Las PyMEs metalúrgicas presentan deficiencias en su gestión debido a que se enfocan en la parte técnica de los productos, dejando de lado la importancia de analizar la viabilidad del proyecto de estudio y los

mecanismos que permitirían su comercialización de una forma competitiva en el mercado; (Murcia, 2004), (Morales, M. E., Castellanos, O. y Jiménez, C., 2006). Tal situación se debe a que, quienes dirigen la empresa, son los mismos emprendedores que desarrollan el producto que fabrican y cuya capacitación en gestión ha sido recibida a través de seminarios o talleres.

A los efectos de lograr un mejor desempeño, posicionamiento competitivo y crecimiento debemos detectar los factores tecnológicos, y las herramientas que impactan en la gestión del ciclo de vida del producto (PLM).

## **2.2. Factores Tecnológicos**

Los sistemas PLM, hasta el momento poco utilizados en la región investigada, son herramientas tecnológicas sobradamente probadas y contrastadas en organizaciones de diverso tamaño de todo el mundo. Ya están lejos los años en los que este tipo de sistemas únicamente estaban implantados en fabricantes de automoción y aeronáutica.

Sin embargo, a pesar de que actualmente han sido adoptados en sectores cada vez más amplios y, pese a los grandes beneficios que puede suponer la utilización de una estrategia PLM, lo cierto es que son pocas las empresas que cuentan con una de estas soluciones en Argentina, que actualmente se limita a corporaciones de considerable tamaño.

Quizás, y a diferencia de otros países, se deba a la escasa divulgación de este tipo de sistemas y a la ausencia de profesionales y empresas argentinas especializadas en su implantación, a lo que se le suma la falta de ofertas formativas en las que se capacite a actuales y futuros responsables del producto -diseñadores, responsables técnicos, entre otros- en la gestión del ciclo de vida del producto mediante la utilización de herramientas informáticas de gestión.

Esto supone sin embargo, y a pesar de la actual situación, una notable oportunidad para las empresas de la región que asumen, cada vez más, la importancia de una correcta y eficiente gestión de la información, las personas y los procesos.

Aspectos tales como conseguir mejores tiempos de lanzamiento de productos, reducción de costos, mejora de la calidad de los mismos, capacidad de innovación y otros muchos factores de gran relevancia

para el éxito de los productos, pueden ser mejorados en muchos casos gracias a la implantación de una estrategia PLM.

Dicho de otra manera, un sistema PLM puede ayudar a conciliar una eficiente gestión de la información de los productos con una ágil gestión de los procesos y a la predisposición en la colaboración entre personas del mismo equipo, de departamentos distintos o de, incluso, diferentes organizaciones participantes en el ciclo de los productos.

De esta manera, se evitarían islas de información provocadas en muchos casos por falta de centralización e integración de la información y de los procesos secuenciales, fragmentados en diferentes sistemas o basados en papeles.

A continuación, y a través de los distintos temas tratados, se intentará acercar con más detalle el concepto PLM de forma, para que se puedan valorar las posibilidades que este tipo de herramientas ofrecen.

Finalmente, como instrumento de apoyo, se encontrará una encuesta que posibilitará un rápido autodiagnóstico de la situación actual en lo que se refiere a la gestión del ciclo de vida del producto y la idoneidad de implantar una estrategia PLM en su empresa.

En función al PLM escogido, estos sistemas disponen de integraciones con diferentes soluciones software de CAD 2D/3D, CAM, cálculo o diseño electrónico. Por ejemplo la mayoría de PLM disponen de funcionalidades para gestionar relaciones entre dichos ficheros, aspecto de vital importancia en el caso de organizaciones que trabajen con CAD 3D.

Otro hecho importante que ayuda a entender las posibilidades de un sistema PLM es la capacidad que estas soluciones tienen para gestionar procesos. Tales como lanzamientos de nuevos productos, peticiones de cambio de ingeniería o paso a fabricación.

Muchos de los sistemas PLM permiten representar procesos en forma de *workflows* (flujos de trabajo) de forma que se puede sistematizar los pasos a realizar indicando las personas que deben participar y las acciones que deben llevarse a cabo. De esta manera, varios de los PLM existentes en el mercado nos permiten modelar dichos procesos y ponerlos en marcha en nuestra organización pudiendo ser monitorizados.

En el caso de aquellas empresas que disponen de una Planificación de Recursos Empresariales, sistema que permite gestionar los activos

físicos (ERP) es posible que surjan dudas con respecto a las diferencias entre un PLM y un ERP. ¿Hasta dónde llega cada uno de los sistemas? Ciertamente en ambos hay información de producto, porque son complementarios.

El ERP permite gestionar los activos tangibles y el PLM, los intangibles, el capital intelectual. En el ERP se gestionan los productos reales y su fabricación desde el momento que se libera la producción.

En el PLM se mantiene el histórico de la evolución del producto con toda su documentación y procesos asociados. Antes de la fabricación se crea el producto, se generan documentos del mismo en el que intervienen distintos departamentos, se llevan a cabo procesos que hay que gestionar adecuadamente y, solo cuando llega el momento. se libera a producción la estructura con los planos y restos de información generada y gestionada previamente en el PLM para hacer las compras y la planificación de la producción.

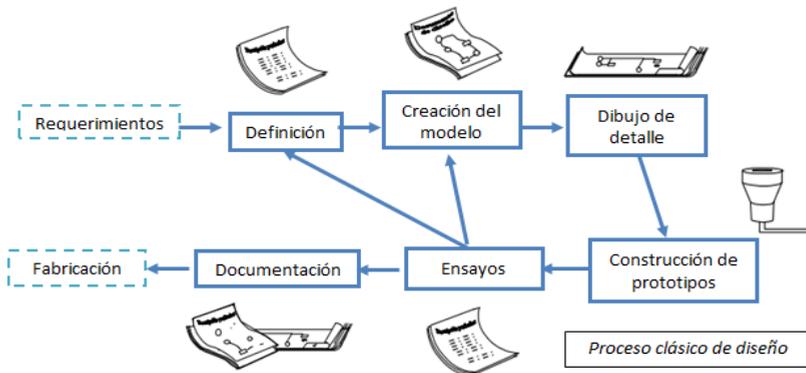
Por otro lado se deberá gestionar eficientemente el resto de la documentación y la información de producto relativa a departamentos como pueden ser Marketing, Calidad, I+D, Ventas o cualquier otro que no esté directamente relacionado con el ERP aunque sí con su producto.

A continuación se tratarán los distintos sistemas que intervienen en el ciclo de vida del producto y los conceptos de gestión industrial, haciendo una descripción de cada uno de los sistemas que intervienen y que posteriormente consideraremos en el Mapa de Valor utilizado en la investigación.

### **2.2.1. Proceso de diseño**

El término diseño procede del vocablo italiano 'Disegno'. En nuestro contexto se utiliza para caracterizar la representación gráfica, de acuerdo con una idea creativa previa, ya sea de un objeto artístico o funcional, de un dispositivo mecánico, de la estructura o funcionamiento de un sistema o proceso.

Tradicionalmente el proceso de diseño sigue los pasos que vemos en el Cuadro 2.5.:



Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Cuadro 2.5. Proceso clásico de diseño**

Analizaremos cada uno de los componentes del proceso de diseño. Para ello, mediante su definición, se especifican las propiedades y cualidades relevantes del sistema a diseñar, la concepción de un modelo, en el cual un ingeniero concibe el modelo de sistema que satisface las especificaciones, dibujo de detalle, documenta el modelo y, antes de pasar al proceso de construcción, se deben generar los planos (o descripciones gráficas en general). El conjunto de documentos generados deben ser adecuados para describir el modelo, suficientemente detallados como para permitir la fabricación de prototipos que validen el diseño. Este paso puede requerir hasta un 50% del esfuerzo del proyecto.

La construcción de prototipos tiene el propósito de detectar posibles errores en el modelo o la especificación y, en caso contrario, servir de validación para el mismo. No es necesario que el modelo a fabricar esté completo ya que para validar se pueden utilizar tan solo determinadas propiedades.

A veces se utilizan prototipos con elementos que no se fabrican en serie, como maquetas para estudios de resistencia de materiales o comportamiento aerodinámico, y las maquetas utilizadas en ingeniería civil o arquitectura.

Tras la realización de ensayos sobre el prototipo, se pueden descubrir deficiencias en el modelo o en la propia definición del sistema, lo que obligará a volver atrás en el proceso, revisando el diseño.

La documentación debe contener la información suficiente como para poder abordar la construcción del sistema. Es posible que haya información muy diversa: descripción del sistema y de sus componentes, esquemas de montaje, lista de componentes, entre otros.

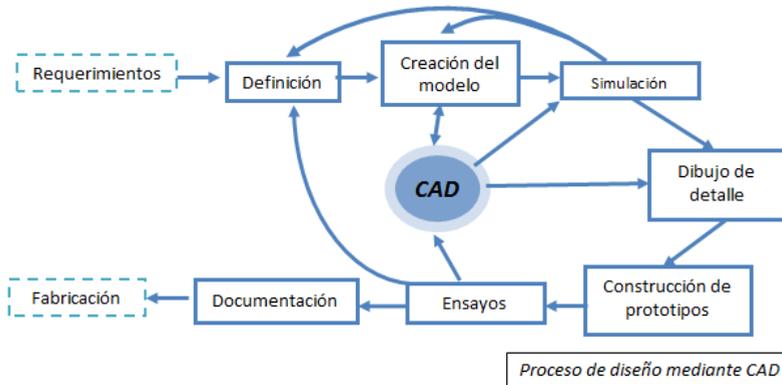
El proceso de diseño sigue un esquema iterativo en el que el diseñador trata de encontrar un diseño que satisfaga unos determinados requerimientos, explorando posibilidades y de acuerdo con un ciclo de propuesta - valoración.

### **2.2.2. Sistemas CAD**

Las siglas CAD corresponden al acrónimo de *Computer Aided Design* o, en español, *Diseño Asistido por Computadora*. En un sentido amplio, podemos entenderlo como la aplicación de la informática al proceso de diseño para la modelización virtual de un modelo, pieza o proyecto.

El desarrollo de un sistema CAD se basa en la representación computacional de un modelo que surge como respuesta a una necesidad o requerimiento. Se trata básicamente de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica.

Permite diseñar en dos o tres dimensiones, mediante geometría alámbrica, de superficies y/o sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos. La base de datos asocia, a cada entidad, una serie de propiedades como color, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, entre otras, que permiten manejar la información de forma lógica. Además pueden asociarse a las entidades o conjuntos de este, otro tipo de propiedades como el costo o material, que permiten enlazar el CAD a los sistemas de gestión y producción, como vemos en el Cuadro 2.13.



Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Cuadro 2.6. Proceso de diseño mediante CAD**

De los modelos pueden obtenerse planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica.

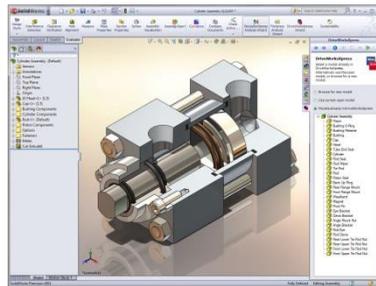
El ciclo de diseño utilizando un sistema CAD se ve afectado respecto al proceso clásico, tan solo por la inclusión de una etapa de simulación entre la creación del modelo y la generación de bocetos. Esta simple modificación supone la creación de un modelo matemático que da lugar a un ahorro importante en la duración del proceso de diseño, ya que permite adelantar el momento en que se detectan algunos errores.

Dentro de la clasificación de los sistemas CAD, podemos distinguir dos tipos; el *Analítico* que usa procedimientos analíticos para definir sus límites o acciones. Cada elemento del dibujo o trazado es definido por sus coordenadas espaciales ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) mediante el uso de complejos procedimientos analíticos matemáticos (cálculo vectorial, integral, diferencial, algebraico) en los cuales toda la información se maneja de manera lógico-analítica.

Por otro lado, está el CAD *Paramétrico* que usa parámetros para definir sus límites o acciones. Un programa paramétrico de CAD difiere básicamente de cualquier otro tradicional en un aspecto clave: la información visual es parte de la información disponible en el banco de datos, o sea, una representación de la información como un objeto en la memoria de la computadora. Cada elemento del dibujo es tratado como un "objeto", que no es definido únicamente por sus coordenadas espaciales ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), sino que también por sus parámetros, sean gráficos o funcionales.

Otro aspecto importante, está en remarcar la diferencia entre los denominados sistemas CAD y CADD:

CAD: son programas de diseño de objetos reales (diseño de piezas, edificios, etc.). Se trata de programas de dibujo vectorial y los objetos que se construyan estarán basados en los dibujos hechos con este tipo de programas (Figura 2.2).



Fuente: [http:// www.javelin-tech.com](http://www.javelin-tech.com), 2014

**Figura 2.2. CAD – Programa de diseño**

CADD: son programas para el diseño gráfico y dibujo (elaboración de carteles, maquetación, páginas web, etc.). Estos programas se centran principalmente en la imagen, su resolución, las opciones de color, la impresión o resolución en video, por ejemplo. No necesitan ser tan exactos como los anteriores y las imágenes suelen almacenarse en forma de mapa de bits (Fig.2.3).



Fuente: <http://www.tecnocosas.es>, 2014

**Figura 2.3. CADD – Diseño gráfico**

Las herramientas CAD se pueden dividir, básicamente, para programas de dibujo, en dos dimensiones (2D) y para modeladores, en tres dimensiones (3D).

Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica.

Una alternativa al 2D fue el  $2\frac{1}{2}D$ , en el cual se puede expandir la figura en un eje y presentar profundidad en el modelo.

Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos; se dibuja el objeto completo, y se obtiene una imagen realista, en movimiento y observable desde distintas perspectivas.

Por otra parte, los sistemas 3D generalmente son muy intuitivos y fáciles de manejar, con los que se puede adquirir una alta productividad en un corto espacio de tiempo.

La tipología de modelado geométrico es el *Modelado alámbrico*: sólo contiene elementos que materializan aristas de un objeto. Precisa poca potencia informática pero es la forma más lenta de construir un modelo tridimensional, ya que se debe hacer línea a línea.

Se utilizan modelos alámbricos para dar forma a objetos que no requieran la disponibilidad de propiedades físicas (áreas, volúmenes, masa).

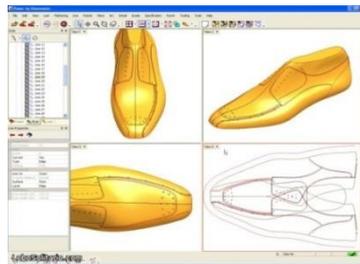


Fuente: [http:// pixelnauta.com.ar/](http://pixelnauta.com.ar/), 2014

**Figura 2.4. Modelado alámbrico**

Asimismo, debemos mencionar el *Modelado de superficies* donde se consigue mayor precisión geométrica y se logra un mayor realismo aplicando sombreado y coloración de superficies.

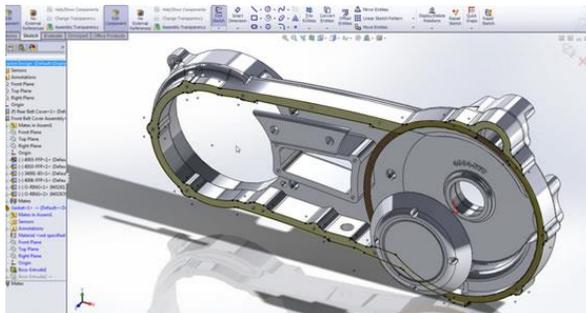
Los modelos de superficie se utilizan para modelar objetos como carrocerías, fuselajes, zapatos, personajes, en los que la parte fundamental del objeto que se está modelando es el exterior del mismo (Figura 2.5.).



Fuente: [http:// limacallao.olx.com. pe](http://limacallao.olx.com.pe), 2014

**Figura 2.5. Modelado de superficies**

Por último, mencionaremos el *Modelado de sólidos* muy utilizado actualmente. Se trata de una precisa descripción que incluye, no solo la superficie externa de un objeto, sino también la estructura interna. Es el método más sencillo y directo para obtener objetos de geometría compleja (Figura 2.6.).

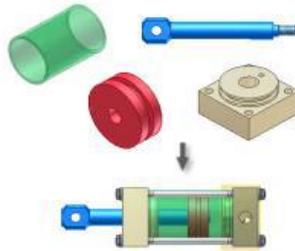


Fuente: <http://www.feifanedu.com.cn/>, 2014

**Figura 2.6. Modelado de sólidos**

Estos modelos son los que más información contienen y se usan para diseñar piezas mecánicas, envases, moldes, y en general, objetos en los que es necesario disponer de información relativa a propiedades físicas como masas, volúmenes, centro de gravedad, momentos de inercia,.

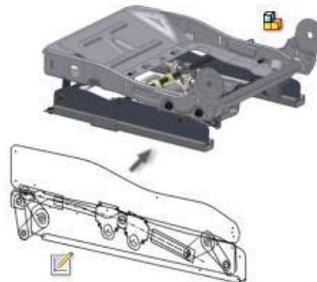
También podemos hablar de tres estrategias en el diseño CAD. Una de ellas es la *ascendente*, que consiste en insertar las piezas y los subensamblajes existentes en un archivo de ensamblaje y luego aplicar las restricciones de ensamblaje entre los componentes utilizados. Si es posible, los componentes deben insertarse en el mismo orden que se utilizaría para ensamblarlos en la fase de fabricación.



Fuente: <http://wikihelp.autodesk.com>, 2014

Figura 2.7. Estrategia ascendente

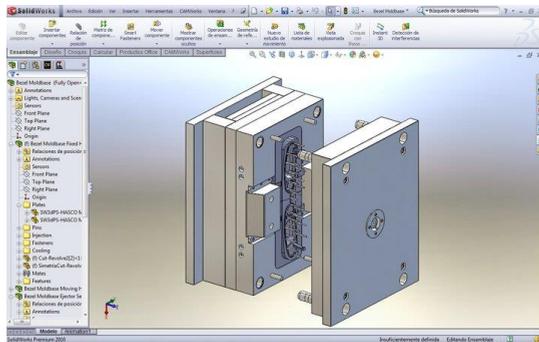
En segundo lugar debemos mencionar la estrategia *descendente*, que comienza con los criterios de diseño y se crean componentes que los cumplan. Los diseñadores enumeran los parámetros conocidos y crean un esbozo de ingeniería. El esbozo puede ser un diseño 2D que se desarrolla en todo el proceso de diseño tal como se muestra en la Figura 2.8.



Fuente: <http://wikihelp.autodesk.com>, 2014

Figura 2.8. Estrategia descendente I

El esbozo también puede ser un diseño 3D creado a partir de un solo archivo de pieza con varios cuerpos como se muestra en la Figura 2.9. Este método utiliza comandos de modelado de piezas 3D para crear un diseño unificado que controla una única pieza.

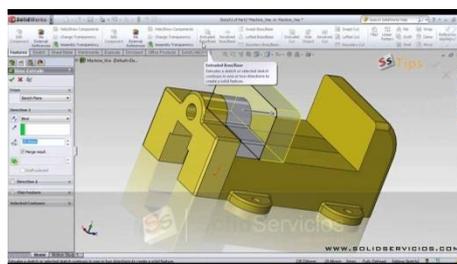


Fuente: <http://desarrollodeproductos.files.wordpress.com>, 2014

**Figura 2.9. Estrategia descendente II**

El esbozo puede incluir elementos contextuales como, por ejemplo, las paredes y el suelo donde residirá el ensamblaje. Otros criterios, como las características mecánicas, también se pueden incluir en el esbozo. Este se puede dibujar en un archivo de pieza y, a continuación, insertarse en un archivo de ensamblaje, convirtiendo los bocetos en operaciones a medida que se desarrolla el diseño.

Por último la estrategia *mixta* donde se comienza a partir de componentes existentes, y se van diseñando otras piezas conforme se requieran como se muestra en la Figura 2.10.



Fuente: <http://i1.ytimg.com>, 2014

**Figura 2.10. Estrategia mixta**

El diseño es un proceso iterativo de definición de un ente, por tanto, el desarrollo de un sistema CAD se debe basar en el establecimiento de un ciclo de edición soportado por técnicas de representación del modelo, de edición y de visualización. A un nivel más concreto, un sistema CAD

debe realizar las funciones de definición interactiva del objeto, visualización múltiple, cálculo de propiedades, simulación, modificación del modelo, generación de planos, documentación y conexión con un sistema CAM.

Indudablemente, tanto las técnicas de representación y edición del modelo, como la visualización, el cálculo o la documentación, dependen del tipo de ente a modelar. No es posible construir sistemas CAD universales.

Dentro de los campos de aplicación hay muchas que, de uno u otro modo, automatizan parte de un proceso de diseño. Actualmente, para casi cualquier proceso de fabricación o elaboración, se dispone de herramientas informáticas que soportan esta actividad (Figura 2.11.).



Fuente: <http://www.lmdindustrie.com/>, 2014

**Figura 2.11. Aplicación CAD en diseño industrial**

El diseño industrial es el campo típico de aplicación y en el que se comercializan más aplicaciones. Se utilizan modelos tridimensionales con los que se realizan cálculos y simulaciones mecánicas. La naturaleza de las simulaciones depende del tipo de elemento a diseñar. En el diseño de vehículos es normal simular el comportamiento aerodinámico; en el diseño de piezas mecánicas se puede estudiar su flexión, o la colisión entre dos partes móviles.

Las aplicaciones más habituales del CAD/CAM mecánico incluyen librerías de piezas mecánicas normalizadas, modelado y simulación de moldes, análisis por elementos finitos, fabricación rápida de prototipos, generación y simulación de programas CNC, generación y simulación de programación de robots.

En diseño de hardware podemos encontrar desde aplicaciones para el diseño de placas de circuitos impresos hasta para el diseño de los

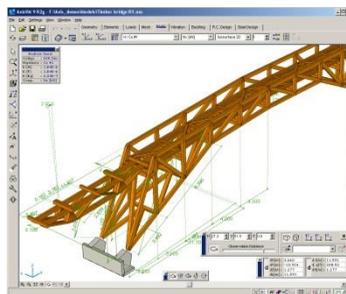
mismos, incluyendo circuitos integrados. Las más habituales del CAD, relacionado con la ingeniería eléctrica y electrónica son librerías de componentes normalizados, diseño de circuitos integrados y placas de circuito impreso, diseño de instalaciones eléctricas y análisis, verificación y simulación de los diseños (Fig.2.12).



Fuente: <http://www.deingenieria.com/>, 2014

**Figura 2.12. Aplicación CAD en hardware**

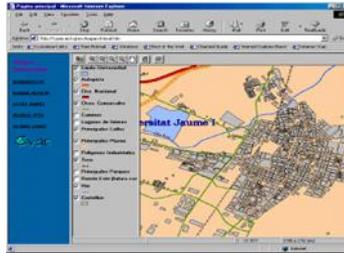
En ingeniería civil podemos encontrar aplicaciones 2D y 3D, especialmente en arquitectura. Las simulaciones realizadas suelen estar relacionadas con el estudio de la resistencia y la carga del elemento. Las aplicaciones más habituales del CAD relacionado con la arquitectura y la ingeniería civil son: planificación de procesos, diseño arquitectónico, diseño de interiores, diseño de obra civil, cálculo de estructuras, mediciones y presupuestos, librerías de elementos de construcción normalizados (Figura 2.13.).



Fuente: <http://www.caesoft.es/>, 2014

**Figura 2.13. Aplicación CAD en ingeniería**

Otro campo interesante donde la tecnología CAD ha tenido un importante desarrollo, es en la geografía y sistemas de información geográfica y cartográfica (Figura 14).



Fuente: <http://www.virtual.unal.edu.co>, 2014

**Figura 2.14. Aplicación CAD en cartografía**

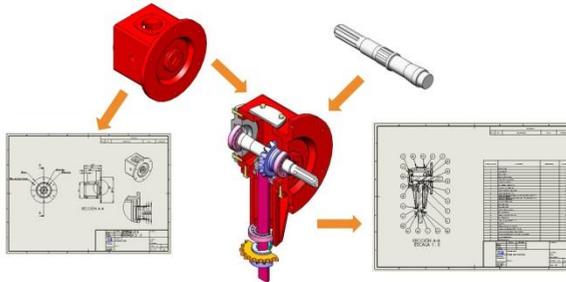
En este caso se están produciendo avances muy significativos propiciados, entre otros factores, por las posibilidades de conexión que aporta la red Internet. La tendencia apunta hacia un paso de los sistemas 2D hacia sistemas 3D, como ha ocurrido antes en otras áreas.

Las aplicaciones más habituales del CAD relacionado con la cartografía y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son: mantenimiento y producción de mapas y datos geográficos, análisis topográfico, estudios medioambientales, catastro y planificación urbana.

Actualmente existe una gran variedad de aplicaciones comerciales de CAD de muy diferentes características, por lo que, al adquirir una de ellas,- es necesario realizar un análisis previo de las necesidades presentes y futuras de la empresa, como prestaciones que ofrece cada producto, atendiendo a los siguientes criterios y factores para la adquisición de los mismos:

- Funcionalidad de la aplicación: se deberá comprobar si satisface todas las necesidades del equipo multidisciplinar de diseño,
- Proveedor: habrá que informarse de su fiabilidad, capacidad de respuesta, garantía, etc.,
- Formación y apoyo: proporcionados por el suministrador o la compañía matriz. Instalación y mantenimiento del sistema, ayuda en línea, etc.
- Hardware necesario y compatibilidad con el software ya instalado,
- Seguridad: posibilidad de establecer varios niveles de acceso a la información y
- Costos: de adquisición, de mantenimiento, de formación de personal, de actualización de nuevas versiones, etc.

Los tipos de archivos dependen del sistema, si el sistema es 2D tenemos un único tipo de archivo: .dwg (*drawing*). Por otro lado, un sistema paramétrico tridimensional maneja tres tipos de archivos (Figura 2.15.):



Fuente: <https://www.solidworks.com>, 2014

**Figura 2.15. Tipos de archivos CAD**

Extensión .prt = parte = modelo / .drw = dibujo = vistas / .asm = ensamblaje de piezas.

En algunos casos es necesario trabajar en distintos programas:

.dxf = sistema de interface para documentos de CAD 2D.

.igs = sistema de interface para documentos de CAD 3D.

#### 2.2.2.1. Ventajas y desventajas del sistema CAD

Ha contribuido a mejorar notablemente la fase de diseño. Se han reducido los costos y tiempos y también ha disminuido el tiempo de respuesta ante los cambios de producción. Es posible utilizar librerías de elementos comunes y se elimina la distinción entre plano original y copia.

El almacenamiento de los planos es más reducido, fiable (tomando ciertas medidas de seguridad) y permite realizar búsquedas rápidas y precisas mediante bases de datos, aumenta la uniformidad y es mayor la calidad de los planos.

El tiempo en las modificaciones se reduce enormemente y los datos pueden exportarse a otros programas para obtener cálculos, realizar informes o presentaciones.

Se puede obtener un modelo en 3D para visualizarlo desde cualquier punto de vista; pueden exportarse los datos a programas de CAE y a máquinas de CNC, obtener simulaciones, animaciones y hacer análisis cinemáticos. Por otra parte, se facilitan el trabajo en equipo interactuando con aplicaciones PDM.

Las limitaciones de las funciones de generación de geometría de la aplicación pueden condicionar el diseño y/o limitar la creatividad del diseñador.

A pesar de que se genere un modelo, y las representaciones obtenidas sean de buena calidad, tanto la visualización en pantalla como la impresión en papel suponen la apreciación bidimensional del objeto.

Uno de los sistemas de CAD 2D más utilizados y conocidos es AutoCAD, desarrollado por Autodesk, que tuvo su primera aparición en 1982.

Al igual que otros programas de diseño asistido por computadora, AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran, es el llamado editor de dibujo.

La interacción del usuario se realiza a través de comandos de edición o dibujo y está orientado a la producción de planos, donde se emplean los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas.

Como ya se ha dicho, AutoCAD 2D es un sistema muy conocido y difundido para el diseño en dos dimensiones. Pues, cuando se trabaja en sistemas 3D, uno de los programas más utilizados es *SolidWorks*.

*SolidWorks* es un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corporation, una subsidiaria de Dassault, para el sistema operativo Microsoft Windows. Es un modelador de sólidos paramétrico que fue introducido en el mercado en 1995 para competir con otros programas CAD como Pro/ENGINEER, NX, SolidEdge, CATIA, y Autodesk Mecánica Desktop.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tantos planos como otro tipo de información necesaria para la producción.

### 2.2.3. Ecodiseño

La sustentabilidad implica, la existencia de condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas que permitan el funcionamiento de una sociedad en forma armónica en el tiempo y en el espacio. En el tiempo, la armonía entre la población con su ambiente debe darse entre esta generación y las venideras.

En ecología, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la de las futuras. Por extensión, se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo (Figura 2.16).



Fuente: <http://www.solidworks.es/sustainability>, 2014

**Figura 2.16. Ecodiseño**

Un ejemplo típico es el uso de la madera proveniente de un bosque: si la tala es excesiva el bosque desaparece; si se usa la madera por debajo de un cierto límite, siempre hay madera disponible.

La sustentabilidad debe ser global, regional, local e individual y en el campo ecológico, económico, social y político.

A veces se usan indistintamente conceptos como “sostenible” y “sustentable” aunque su significado no sea el mismo. Sostenible viene de *sostener* y sustentable de *sustentar*; las cosas se sostienen desde afuera pero se sustentan desde adentro. Mientras la sostenibilidad se podría lograr con acciones decididas desde afuera, la sustentabilidad requiere que las acciones se decidan desde adentro, en forma autónoma. Además, lo que interesa hacer sustentable es la sociedad, no necesariamente el llamado desarrollo.

La Figura 2.17., presenta de manera gráfica la relación entre los distintos agentes involucrados en el diseño y producción, dejando claras las relaciones que hacen a un producto sustentable.



Fuente: <http://www.solidworks.es/sustainability>, 2014

**Figura 2.17. Sustentabilidad**

Dentro de los factores de impacto medioambiental debemos mencionar la lluvia ácida, contaminación del agua, calentamiento global, muerte de animales, plantas y peces, y la lista continúa. La calibración exacta del impacto en el entorno solo ha adquirido protagonismo en las dos últimas décadas.

El diseño sostenible observa el impacto del desarrollo de su producto, desde el inicio hasta el final, en cuatro factores medioambientales fundamentales: acidificación del aire, huella de carbono (acumulación de carbono en la atmósfera), cantidad total de energía consumida (electricidad o combustibles utilizados durante el ciclo de vida del producto, así como también la energía necesaria para obtener y procesar estos combustibles) y eutrofización del agua (cantidad excesiva de nutrientes a un ecosistema acuático).

La medición de este impacto ayudará a crear diseños mejores para el medioambiente (Figura 2.18.).



Fuente: <http://noticias.iberestudios.com>, 2014

**Figura 2.18. Diseño sostenible**

Para que un producto sea sustentable, es necesario que cumpla con una serie de características que tiendan a respetar el ambiente y disminuir el impacto sobre el mismo.

Los productos sustentables permiten sustituir productos tradicionales que tienen un mayor impacto ambiental o consumo de energía; evitar la utilización de sustancias, productos y procesos agresivos con el medio ambiente; manejar correctamente las materias primas, utilizando de manera óptima los recursos naturales y, por último, contribuir en la reducción del problema ambiental e incentivar a procesos sociales justos.

El concepto de producto “sostenible” o “ecológico” en sí no existe, sino que solamente se puede hablar de un producto más sostenible o más ecológico. De hecho, el concepto de producto ecológico consistiría en no fabricar el producto porque la solución más sostenible es evitar la producción de elementos innecesarios en su conjunto.

La sostenibilidad de los productos no es únicamente relativa, sino multidimensional. Es decir, no existe un único indicador universal de sostenibilidad (ni siquiera el carbono) y, por tanto, es importante elegir un enfoque de evaluación que genere información coherente con el uso deseado.

La técnica apropiada para la evaluación del impacto medioambiental de un diseño depende de las respuestas que se obtengan en planteos siguientes:

- ¿Qué impactos le preocupan? ¿La toxicidad es importante? ¿Se utiliza agua?,
- ¿Cuál es el alcance de la evaluación? ¿Qué parte del ciclo de vida del producto debe reflejar? ¿Se trata de un componente, un ensamblaje, un producto o un sistema?
- ¿Qué clase de métricas son adecuadas para sus fines? ¿Para qué se utilizará la información de evaluación y quién la utilizará? ¿Se precisan detalles rigurosos o una “idea aproximada” es suficiente?

Los diseñadores que desean reducir el impacto medioambiental de los productos deben disponer de algún modo para evaluar si un diseño es sostenible. La forma de realizar éste trabajo consiste en comparar los impactos del modelo con otras opciones, como por ejemplo un diseño alternativo, una versión anterior, un punto de referencia o un objetivo de impacto.

Las comparaciones relativas solo funcionan si tienen una base en común. En ocasiones, puede resultar bastante sencillo, por ejemplo, en el caso de dos generaciones del mismo diseño o cuando se trata de una simple sustitución del material.

El ecodiseño está enfocado en reducir los impactos generados por el producto durante las distintas etapas de su vida útil.



Fuente: <http://www.solidworks.es/sustainability>, 2014

Figura 2.19. Proceso de Ecodiseño

La *Evaluación del ciclo de vida* (LCA), es un análisis detallado que valora la vida completa de un producto, desde la extracción de las materias primas, pasando por la producción de materiales, la fabricación, el uso del producto, su eliminación y todos los transportes que conlleva cada fase:.

- Extracción de materias primas

Esto incluye la energía y los demás recursos que se utilizan para la adquisición de los materiales de base que se utilizan en el producto, tanto a través de la extracción de minerales, la recolección de madera, la extracción de petróleo, entre otros.

- Procesamiento de materiales

Durante esta etapa, las materias primas se convierten en formas utilizadas para la fabricación.

- Fabricación de piezas

Esta etapa cubre la fabricación de piezas únicas o, como mínimo, simples. Los procesos comunes incluyen el moldeo por inyección, el troquelado de metales y también el fresado.

- Ensamblaje

En muchos casos, los productos se deben ensamblar con procesos que van más allá de la creación de componentes individuales.

- Uso del producto

En esta etapa se incluye cualquier uso de energía, generación de emisiones o afectación directa de otros recursos por parte del producto durante su empleo actual. Eso incluye los residuos que se generan en el contexto de un producto, tales como el embalaje desechable.

- Fin de la vida útil

Cuando un producto deja de utilizarse es que ha llegado al fin de su vida útil. Eso suele significar que el producto no se puede utilizar más.

- Transporte

El transporte no se suele considerar una etapa del ciclo de vida puesto que las etapas de transporte, en realidad, tienen lugar entre cada una de ellas.

El transporte se puede incluir entre las etapas en función de dónde tenga lugar, es decir, el envío de materias primas a centros de procesamiento, por lo tanto, se podría considerar una parte de esta.

El punto de evaluar y generar informes de impactos medioambientales consiste en proporcionar información sobre la influencia que las opciones de diseño tienen en la sostenibilidad relativa de un producto en comparación con otras opciones.

Tal como hemos destacado anteriormente, el diseño sostenible es un concepto relativo, por lo que también debe disponer de información de impacto con la que se pueda cotejar.

Las comparaciones habituales incluyen:

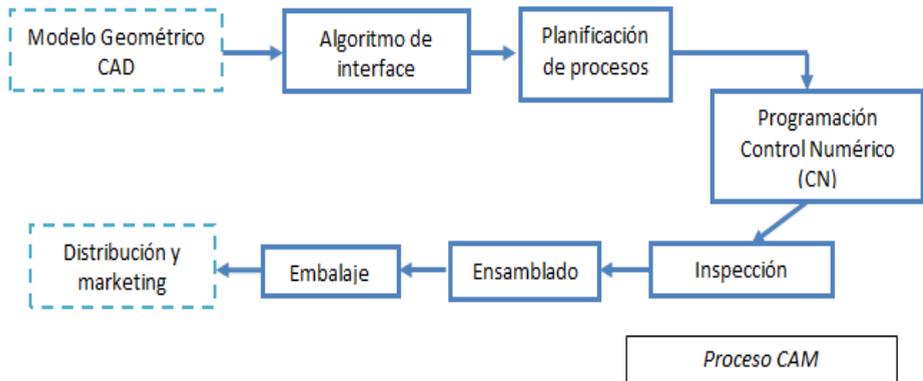
- Estándares: Se puede tratar de umbrales o perfiles de impacto determinados que han sido aceptados por la industria o, incluso, simplemente estándares empresariales.
- Diseños anteriores: El objetivo podría consistir en que cada generación de un producto sea más sostenible que la anterior.
- Productos de la competencia: En ocasiones resulta útil realizar comparaciones con soluciones de otras empresas.
- Diseños alternativos: Uno de los más habituales es comparar variaciones de un diseño determinado con todas las demás para restringir el desarrollo a las opciones de diseño más sostenibles y óptimas.

En muchos casos, existen ciertos elementos del diseño o del ciclo de vida del producto que generan la mayor parte del impacto. Un ejemplo clásico de ello suele ser la regla de 80/20, según la cual un 20 % del diseño contribuye a un 80 % del impacto.

#### **2.2.4. Sistemas CAM**

Las siglas CAM corresponden al acrónimo de *Computer Aided Manufacturing*, traducido al español: *Fabricación Asistida por Computadora*. Estos sistemas son soportes que permiten generar los programas, trayectorias de herramientas y métodos de fabricación, basándose en la información geométrica de la pieza diseñada.

La ingeniería CAM hace referencia concretamente a aquellos sistemas informáticos que ayudan a generar los programas de Control Numérico necesarios para fabricar las piezas en máquinas con CNC. A partir de la información de la geometría de la pieza, del tipo de operación deseada, de la herramienta escogida y de las condiciones de corte definidas, el sistema calcula las trayectorias de la herramienta para conseguir el mecanizado correcto y, a través de un postprocesado, genera los correspondientes programas de control numérico con la codificación específica del CNC donde se ejecutarán.



Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Cuadro 2.7. Proceso CAM**

En general, la información geométrica de la pieza proviene de un sistema CAD, que puede estar o no integrado con el sistema CAM (Cuadro 2.7.).

Algunos sistemas CAM permiten introducir la información geométrica de la pieza partiendo de una nube de puntos correspondientes a la superficie de la pieza, obtenidos mediante un proceso de digitalizado previo. La calidad de las superficies mecanizadas depende de la densidad de puntos digitalizados. Si bien este método acorta el tiempo necesario para fabricar el prototipo, en principio no permite el rediseño de la pieza inicial.

La utilización más inmediata del CAM en un proceso de ingeniería inversa es para obtener prototipos, los cuales se utilizan básicamente para verificar la bondad de las superficies creadas, cuando estas son críticas. Desde el punto de vista de la ingeniería concurrente es posible, por ejemplo, empezar el diseño y fabricación de parte del molde simultáneamente al diseño de la pieza que se quiere obtener, partiendo de la superficie externa de la pieza mientras aún se está diseñando la parte interna.

Como ya dijimos, el sistema CAM calcula las trayectorias de la herramienta para conseguir el mecanizado correcto y, a través de un postprocesado, generar los correspondientes programas de control

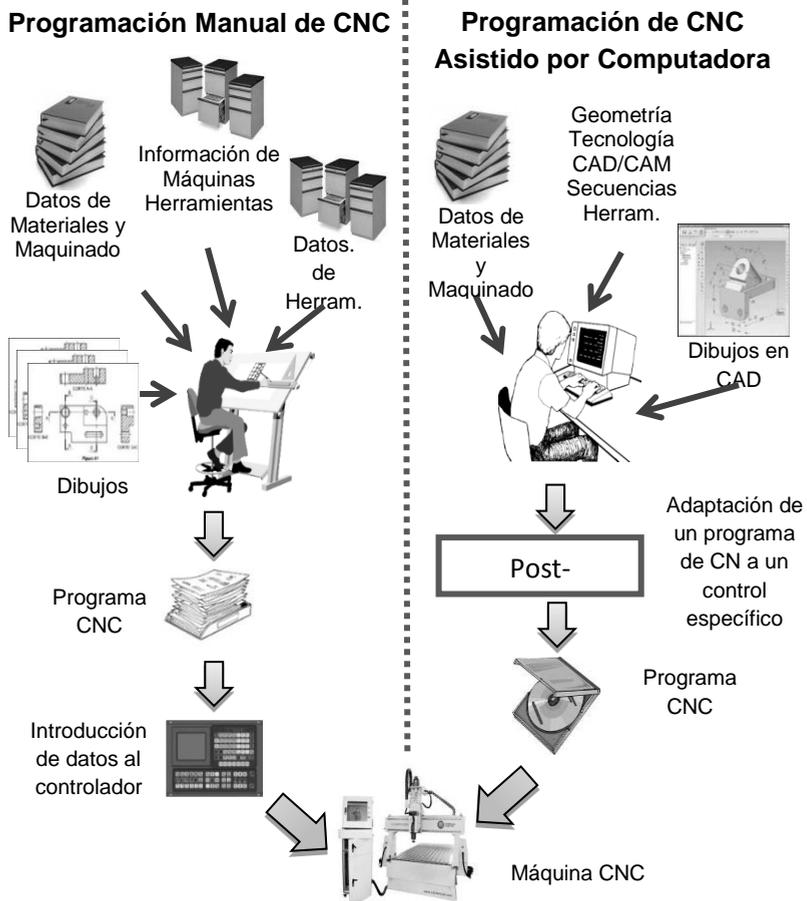
numérico con la codificación específica del CNC donde se ejecutarán. Ahora bien, ¿Qué significa exactamente la tecnología CN y CNC?

El control numérico se puede definir, de una forma genérica, como un dispositivo de automatización de una máquina, que mediante una serie de instrucciones codificadas (el programa) controla su funcionamiento.

Cada programa establece un determinado proceso a realizar por la máquina, con lo que una sola puede efectuar automáticamente procesos distintos sin más que sustituir su programa de trabajo. Permite, por tanto, una elevada flexibilidad de funcionamiento con respecto a las automáticas convencionales, en las que los automatismos se conseguían mediante sistemas mecánicos o eléctricos difíciles y a veces casi imposibles de modificar.

Paralelamente, las máquinas herramientas han ido evolucionando hacia la incorporación en una sola, de varias operaciones elementales de mecanizado que tradicionalmente se efectuaban en máquinas diferentes y hacia la incorporación de cambiadores automáticos de piezas y herramientas; aparecieron los centros de mecanizado que permiten obtener una pieza acabada, o casi acabada, en una sola estación de trabajo.

En función de las capacidades de proceso y de memoria de los CNC han evolucionado también las técnicas y lenguajes de programación. Desde los primeros programas lineales en lenguaje máquina a la programación asistida por ordenador, CAM, existe un amplio espectro de sistemas y lenguajes de programación (Cuadro 2.8.).



Fuente: <http://www.cadcam.com.ve>, 2014

**Cuadro 2.8. Técnicas de programación de CN**

La programación de los controles numéricos ha sufrido una gran evolución en los últimos años. Esta consiste en elaborar y codificar la información necesaria para mecanizar una pieza en un lenguaje que la máquina sepa interpretar. Las dos modalidades de programación son la manual y la automática.

Para el caso del *CAM manual*, el programa se escribe únicamente por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario.

Al conjunto de informaciones que corresponde a una misma fase del mecanizado se lo denomina *bloque* o *secuencia*, que se numeran para facilitar su búsqueda. Este conjunto de informaciones es interpretado por el *intérprete de órdenes*. Una secuencia o bloque de programa debe contener todas las funciones geométricas, funciones máquina y funciones tecnológicas del mecanizado. Por lo tanto, un bloque de programa consta de varias instrucciones.

Para el caso del *CAM automático*, los cálculos son realizados por un computador a partir de datos suministrados por el programador, lo que da como resultado el programa de la pieza en un lenguaje de intercambio llamado APT que, posteriormente, será traducido mediante un post-procesador al lenguaje máquina adecuado para cada control. Esta es la esencia del sistema CAM.

Cuando el perfil es complejo y la precisión requerida es elevada, el gran número de cálculos de puntos intermedios es inabordable por métodos manuales. La programación manual de 3 y más ejes, por poco compleja que sea la pieza, no es aconsejable sin apoyo del ordenador.

### 2.2.4.1. Ventajas y desventajas del CNC.

Las principales ventajas de esta forma de trabajo son, la reducción de los tiempos de ciclos operacionales, mayor precisión e intercambiabilidad de las piezas, reducción del porcentaje de piezas defectuosas, tiempo del cambio de piezas, tamaño del lote y reducción del tiempo de inspección.

Entre las desventajas, podemos nombrar el alto costo de la maquinaria, los costos de mantenimiento y capacitación y el volumen de producción, el cual debe ser más o menos constante para lograr una mayor eficiencia de la capacidad instalada.

La metodología de trabajo es función de la cantidad de piezas producidas, se puede hablar de tres sistemas de trabajo:

En primer lugar, está el *Prototipo*. Las técnicas de prototipado (que desarrollaremos más adelante) se llevan a cabo cuando se requieren una o muy pocas unidades, ya sea porque son únicas, especiales, de prueba o para estudiar alguna de sus características.

En segundo lugar, el *Mecanizado por CNC*. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas y en volúmenes de producción medios-bajos de piezas complejas; permiten realizar mecanizados de precisión con la facilidad que representa cambiar de un modelo de pieza a otro mediante la inserción del

programa correspondiente. Como límite práctico se toma un máximo de piezas que rondan las 1000 unidades.

Finalmente, existen las *Líneas de transferencia de flujo (Transfer)*. Se suelen utilizar para producción de altos volúmenes (>1000 unidades) y son muy cotizadas. Una línea de flujo automatizada está compuesta de varias máquinas o estaciones de trabajo, las cuales están conectadas por dispositivos que transfieren los componentes entre las estaciones. La transferencia de componentes se da automáticamente y las estaciones de trabajo llevan a cabo, automáticamente, sus funciones específicas.

Como mencionamos en el apartado anterior, en general, la información geométrica de la pieza para un sistema CAM proviene de un programa CAD, que puede estar o no integrado con el sistema CAM. Si no está integrado, dicha información geométrica se pasa a través de un formato común de intercambio gráfico. Como alternativa, algunos sistemas CAM disponen de herramientas CAD que permiten al usuario introducir directamente la geometría de la pieza.

#### *2.2.4.2. Ventajas del CAM*

Las ventajas que presentan los sistemas CAM es que se pueden acortar notablemente los tiempos de desarrollo, planificación y fabricación de los productos, como así también la mejora en la calidad de los distintos componentes y del producto acabado y la reducción de los tiempos muertos.

Por otro lado, se facilita la valoración de soluciones alternativas para la reducción de precios, la optimización de la distribución del grado de utilización de las máquinas, tiene mayor flexibilidad y el código se genera automáticamente.

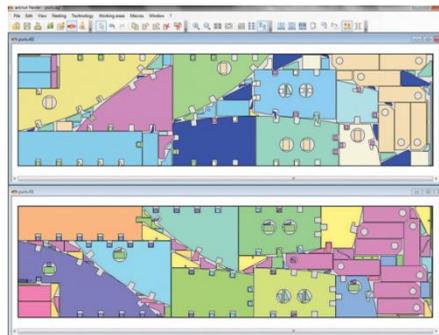
#### ***2.2.5. Nesting. (Anidado de figuras de piezas para la optimización del uso de la materia prima)***

El *Nesting* es un sistema CAD/CAM concebido para la generación de trayectorias de corte a partir de distribuciones de piezas en chapas con anidamiento bidimensional.

El propósito del *Nesting* es, básicamente, automatizar la programación de máquinas de corte de chapa conjugando perfectamente la tecnología de la máquina con las necesidades de programación y gestión del cliente, siguiendo el objetivo de aprovechar al máximo el material,

optimizar su utilización, maximizar la producción de la empresa y reducir el gasto de tiempo y placas.

Generalmente los software de Nesting integran en un solo programa herramientas que permiten diseñar, importar y exportar geometrías, generar la secuencia de corte y el programa CNC, gestionar el almacén de chapas, calcular tiempos y costos de operación (Figura 2.20.).



Fuente: <http://www.almacam.com>, 2014

**Figura 2.20. Nesting**

Algunos sistemas de Nesting permiten sólo la anidación de formas rectangulares, mientras que otros ofrecen un perfil de anidación donde las partes requeridas pueden ser de cualquier forma. Estas piezas irregulares pueden ser creadas usando las conocidas herramientas CAD. La mayor parte del software de anidamiento puede leer archivos IGES o DXF automáticamente, y algunos de ellos trabajan con una función de convertidores.

Muchos fabricantes de máquinas ofrecen su propio software personalizado, diseñado para ofrecer facilidad de uso y aprovechar al máximo las características de sus máquinas específicas. Algunos de los desarrolladores de sistemas de Nesting más conocidos en el mercado son Alma, Lantek, Metalix y Sigmanest.

### *Clasificación*

Una clasificación posible de este tipo de programa se puede basar en el modo en que se disponen las geometrías en la chapa para realizar el anidamiento, a partir de esto, podemos hablar de *Nesting Manual* que permite ubicar, rotar, mover, adosar, copiar, etc. piezas en la chapa de

manera manual para definir las trayectorias de corte; este programa calcula los tiempos y costos.

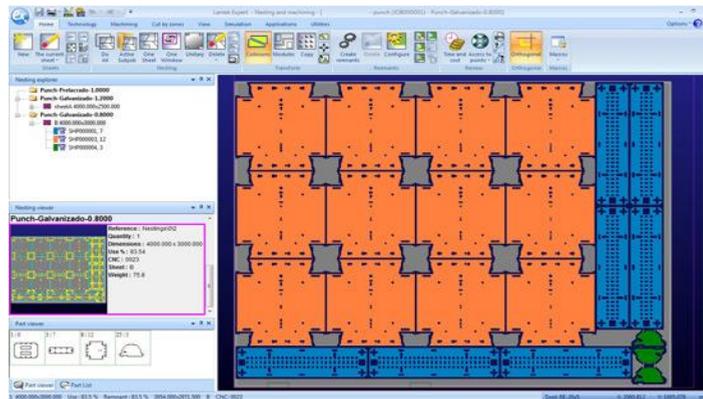
El *Nesting Automático* donde el software determina por sí mismo la disposición de las distintas piezas a cortar, aprovechando espacios y material, y luego calcula el tiempo y costo de operación.

Finalmente, el *Nesting Mixto*, en la que se pueden ordenar piezas de manera manual, y luego anexar otras de forma automática respetando la disposición de las primeras.

Las tecnologías en las que se aplican los sistemas de Nesting son aquellas abocadas al corte de chapas. Estas son *Oxicorte* y *Corte por plasma*, *Corte por láser* y *Corte por chorro de agua*.

### 2.2.5.1. Ventajas del Nesting

Algunas de las ventajas más relevantes que este sistema presenta son el aprovechamiento de chapa que permite ahorrar tiempo y dinero, administración de retales y de reutilizar partes sobrantes, cálculos de costos y tiempos de fabricación (Figura 2.21.).



Fuente: <http://www.almacam.com>, 2014

Figura 2.21. Ejemplo de Nesting

### 2.2.6. Sistemas WOP

WOP es el acrónimo de *Workshop Oriented Programming*, que traducido significa *Programación Orientada al Taller*.

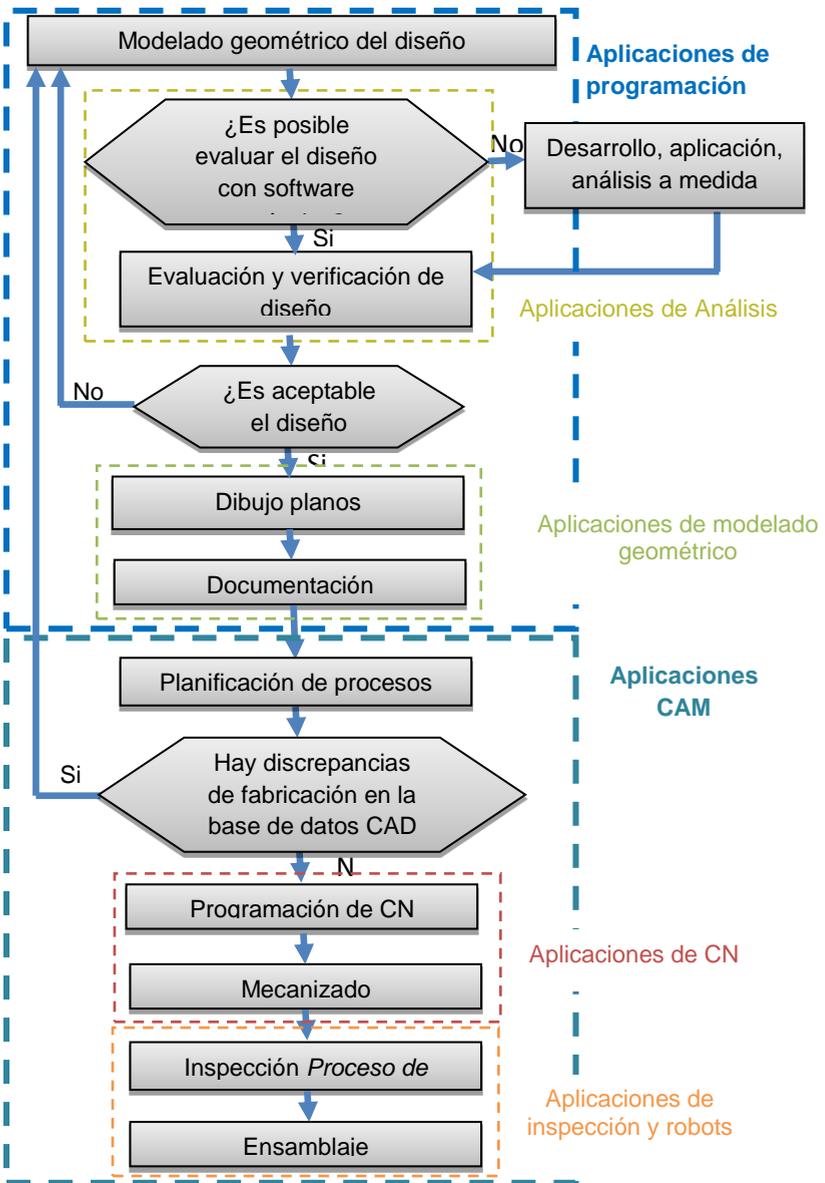
Simplemente, a fines de dar a conocer esta tecnología, se puede decir que, además de las potentes herramientas y sistemas CAM que permiten desarrollar trabajos y piezas muy complejas, existen los sistemas WOP como una alternativa para situaciones más sencillas.

Son sistemas de fácil utilización, con una funcionalidad CAD limitada, que funcionan sobre ordenadores personales conectados directamente con el control CNC, pensados para ser usados en un taller por los propios operarios de las máquinas.

En el momento de calcular las primeras sendas, estas se envían directamente en tiempo real al control. El usuario puede preparar todos los programas de mecanizado que desee y ponerlos en una cola de trabajo para que se realicen uno por uno.

Históricamente, el CAD/CAM es una tecnología, (tanto hardware como software) guiada por la industria. Las producciones aeroespacial, de automoción, y naval, principalmente, han contribuido al desarrollo de estas técnicas.

El esquema del sistema CAD/CAM en la industria será parecido al siguiente Cuadro 2.9.:



Fuente: Elaboración propia, 2014

Cuadro 2.9. Integración CAD/CAM/CAE

La mayoría de las aplicaciones incluyen diferentes módulos entre los que están: modelado geométrico, planos y documentación, herramientas de análisis (incluyen cálculos de masas, análisis por elementos finitos, de tolerancias, modelado de mecanismos y detección de colisiones), de fabricación y módulos de programación que permiten personalizar el sistema.

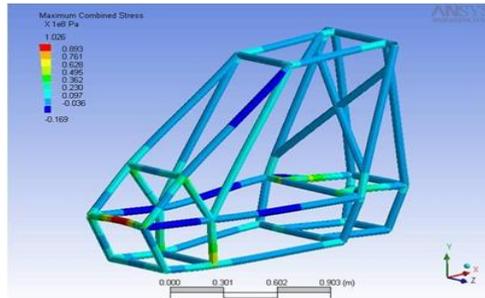
### **2.2.7. Sistemas CAE**

Las siglas CAE acrónimo de *Computer Aided Engineering* o *Ingeniería asistida por Computadora* en español. También es conocida como *Elaboración Virtual de Prototipos* o *Virtual Prototyping*, debido a que permite simular el comportamiento de la pieza de forma virtual.

El sistema CAE se basa en el uso de software computacionales para simular desempeño y así poder hacer mejoras a los diseños de productos, o bien apoyar a la resolución de problemas de ingeniería para una amplia gama de industrias. Esto incluye la simulación, validación y optimización de productos, procesos y herramientas de manufactura.

Las aplicaciones CAE abarcan una gran variedad de disciplinas y fenómenos de la ingeniería, lo que permite responder a algunos problemas que requieren la simulación de fenómenos múltiples.

El sistema CAE es la tecnología que se ocupa de analizar las geometrías generadas por las aplicaciones de CAD, así el diseñador simula y estudia el comportamiento del producto para refinar y optimizar el diseño (Figura 2.22.).



Fuente: <http://mecanica.upbbga.edu.com>, 2014

**Figura 2.22. Sistemas CAE**

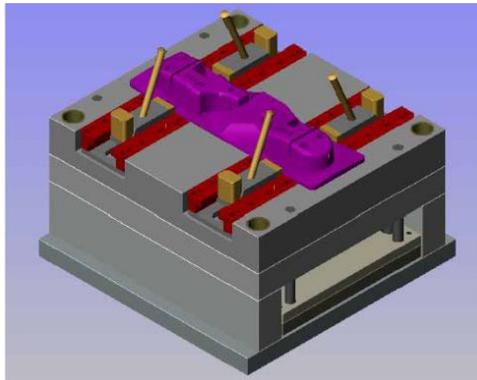
Existen herramientas para un amplio rango de análisis y una gran variedad de disciplinas y fenómenos de la ingeniería. Esto incluye: análisis de estrés y dinámica de componentes y ensambles, utilizando el análisis de elementos finitos (FEA); análisis termal y de fluidos, utilizando dinámica de fluidos computacional (CFD); análisis de cinemática y de dinámica de mecanismos (dinámica multicuerpos).

Por otro lado, tenemos la simulación mecánica de eventos (MES); análisis de control de sistemas; simulación de procesos de manufactura como forja, moldes y troquelados; optimización del proceso del producto y programas de temporización lógica y verificación.

Los programas de cinemática, por ejemplo, pueden utilizarse para determinar trayectorias de movimiento y velocidades de ensamblado de mecanismos. Los programas de análisis dinámico de desplazamientos se usan para determinar cargas y desplazamientos en productos complejos como los automóviles. Las aplicaciones de temporización lógica y verificación simulan el comportamiento de circuitos electrónicos complejos.

Usualmente se trabaja con el método de los elementos finitos, para lo cual es necesario mallar la pieza en pequeños elementos y, el cálculo que se lleva a término, sirve para determinar las interacciones entre estos elementos. Con este, por ejemplo, se podrá determinar qué grosor de material es necesario para resistir cargas de impacto especificadas en

normas, o bien conservando un grosor, analizar el comportamiento de materiales con distinto límite de rotura (Figura 2.23.).



Fuente: <http://www.prontocomputers.com.ar>, 2014

**Figura 2.23. Simulación de moldes**

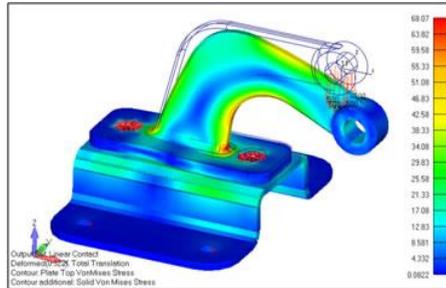
Otra aplicación importante de estos sistemas está en el diseño de moldes y la simulación del llenado del mismo a partir de unas dimensiones dadas. También permite realizar el análisis del gradiente de temperaturas durante el llenado,

La realización de todas estas actividades CAE dependerá de las exigencias del diseño y suponen siempre un valor añadido al detectar y eliminar problemas que retrasarían el lanzamiento del producto.

Así pues, CAD, CAM y CAE son tecnologías que tratan de automatizar ciertas tareas del ciclo de producto y hacerlas más eficientes. Dado que se han desarrollado de manera separada, aun no se han conseguido todos los beneficios potenciales de integrar las actividades de diseño y fabricación del ciclo de producto. Para solucionar este problema ha aparecido una nueva tecnología: la “Fabricación Integrada por Ordenador” o CIM, que trataremos más adelante.

En cualquier sistema a analizar podemos distinguir entre el *Dominio*, que es el espacio geométrico donde se va a analizar el sistema; las *Condiciones de contorno*, que representan las variables conocidas y que condicionan el cambio del sistema: cargas, desplazamientos, temperaturas, voltaje, focos de calor. Finalmente, las *Incógnitas*, variables del sistema que deseamos conocer después de que las

condiciones de contorno han actuado sobre el sistema: desplazamientos, tensiones, temperaturas (Figura 2.24).



Fuente: <http://www.tyrrellsrl.com.ar>, 2014

**Figura 2. 24. Análisis por FEM**

Se puede decir que existen tres fases a la hora de realizar un análisis por elementos finitos.

La primera fase es el *Preproceso* y generación de la malla donde la información sobre las propiedades del material (como por ejemplo, la densidad) y otras características del problema se almacena junto con la que describe la malla. Así también, las cargas que se le aplican al sistema, se reasignan a los nodos de la malla.

Las tareas asignadas al preproceso son la división del continuo en un número de elementos finitos. Esta parte del proceso se desarrolla mediante algoritmos de programas informáticos de mallado.

Los elementos están conectados entre sí mediante un número discreto de puntos o “nodos”. Los desplazamientos de estos nodos serán las incógnitas fundamentales del problema. Posteriormente se toma un conjunto de funciones que definan de manera única el campo de desplazamientos dentro de cada “elemento finito”. Estas deformaciones, junto con las propiedades constitutivas del material, definirán el estado de tensiones en todo el elemento y en sus contornos.

Luego se determina un sistema de fuerzas concentradas en los nodos tal, que equilibre las tensiones en el contorno y cualesquiera cargas repartidas, resultando así una relación entre fuerzas y desplazamientos.

La segunda fase es el *Cálculo* que es un problema mecánico lineal, tal como en un problema de análisis estructural estático o un problema

elástico, generalmente se reduce a obtener los desplazamientos en los nodos y con ellos se definen, de manera aproximada, el campo de desplazamientos en el elemento finito.

Cuando el problema es no-lineal, la aplicación de las fuerzas requiere la aplicación incremental de las fuerzas y calcular en cada incremento algunas magnitudes referidas a los nodos.

La tercera fase es el *Postproceso* en la que resulta más conveniente procesar los resultados del MEF de alguna manera adicional para hacerlos más comprensibles e ilustrar diferentes aspectos; de este modo, se pueden extraer conclusiones. El post-proceso del MEF generalmente requiere software adicional para organizar los datos de salida.

En el cuadro 2.10., podemos ver un ejemplo de los distintos pasos a seguir cuando debemos realizar un análisis mediante métodos MEF.

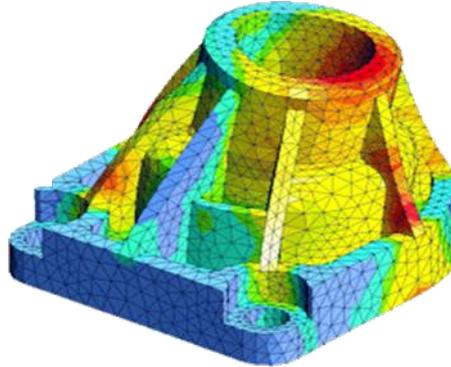


Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 2.10. Proceso de cálculo por MEF**

Algunos tipos de análisis ingenieriles comunes que usan el método de los elementos finitos son:

Análisis estático que se emplea cuando la estructura está sometida a acciones estáticas, es decir, no dependientes del tiempo.



Fuente: ingenierodelacrisis.wordpress.com, 2014

### Figura 2.25. Análisis estáticos

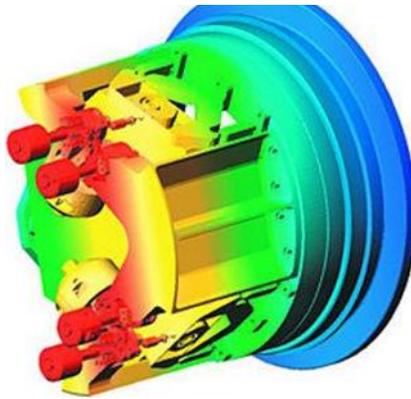
*Estudio de pandeo y frecuencia*, que permite evaluar frecuencias resonantes (naturales) o cargas críticas de pandeo, así como los modos de vibración de sus componentes estructurales o sistemas de soporte.

*Análisis de vibraciones*, usado para analizar la estructura sometida a vibraciones aleatorias, choques e impactos.

*Análisis de fatiga*, para predecir la vida del material o de la estructura pudiendo mostrar las áreas donde es más probable que se presente una grieta.

*Estudio de caída*, permite simular el comportamiento de un modelo de pieza o ensamblaje bajo las condiciones de choque producidas por un impacto.

Otros análisis que podemos realizar son de transferencia de calor (Figura 2.26.) por conductividad o por dinámicas térmicas de flujo del material o la estructura. El estado continuo de transferencia se refiere a las propiedades térmicas en el material que tiene una difusión lineal de calor, Análisis de flujo de Fluidos que estudian los modelos para diferentes tipos de fluidos, desde gases a líquidos, con comportamientos lineales y no lineales y Análisis de modelos dinámicos donde los modelos pueden ser lineal y no lineal, permitiendo resolver problemas más complejos que los estructurales estáticos.



Fuente:ingenierodelacrisis.wordpress.com, 2014

**Figura 2.26. Análisis de transferencia de calor**

Adicionalmente a los estudios mencionados debemos destacar los Análisis en bioingeniería, en la que los modelos nos permiten predecir el comportamiento de los sistemas biológicos y diseñar los componentes adecuados, obteniendo nuevos desarrollos en prótesis, órganos artificiales, etc.

#### *2.2.7.1. Ventajas y limitaciones del MEF*

Entre los principales beneficios que se obtienen de la aplicación de un sistema CAE podemos mencionar la reducción del tiempo y costo de desarrollo de productos, con mayor calidad y durabilidad del mismo. Las decisiones sobre el diseño se toman con base en el impacto del desempeño del producto en la simulación; pueden evaluarse y refinarse utilizando simulaciones computarizadas en lugar de hacer pruebas a prototipos físicos, ahorrando tiempo y dinero.

Como consecuencia del punto anterior, este sistema permite reducir enormemente la cantidad de prototipos a realizar, otorgan rapidez, exactitud y uniformidad a la fabricación, aumento de la productividad y mayor competitividad, brindan conocimientos sobre el desempeño más temprano en el proceso de desarrollo, cuando los cambios al diseño son menos costosos de hacer. Ayudan a los equipos de ingeniería a administrar riesgos y comprender las implicaciones en el desempeño de sus diseños. Por otra parte, los riesgos de fallas disminuyen al identificar y eliminar problemas potenciales a la resolución de problemas, lo que puede reducir dramáticamente los costos asociados al ciclo de vida del producto.

El *Método de los Elementos Finitos* es conocido por las siglas *MEF* o *FEM* que provienen del nombre del método en inglés.

El MEF ha adquirido una gran importancia en la solución de problemas ingenieriles, físicos, mecánicos, entre otros, ya que permite resolver casos que hasta hace poco tiempo eran prácticamente imposibles a través de métodos matemáticos tradicionales. Esta circunstancia obligaba a realizar prototipos, ensayarlos e ir realizando mejoras de forma iterativa, lo que traía consigo un elevado coste tanto económico como en tiempo de desarrollo.

El MEF permite realizar un modelo matemático de cálculo del sistema real, más fácil y económico de modificar que un prototipo. Sin embargo no deja de ser un método aproximado de cálculo debido a las hipótesis básicas del método. Los prototipos, por lo tanto, siguen siendo necesarios, pero en menor número, ya que el primero puede acercarse bastante más al diseño óptimo.

Pero el manejo correcto de este tipo de programas exige un profundo conocimiento no solo del material con el que se trabaja, sino también de los principios del MEF. Sólo con este tipo de análisis estaremos en condiciones de garantizar que los resultados obtenidos se ajusten a la realidad.

Entre las ventajas más importantes, podemos mencionar la predicción de fallas debidas a tensiones desconocidas mostrando la distribución de tensiones en el material; es mejor que el método de ensayo y error en donde hay que mantener costos de manufactura asociados a la construcción de cada ejemplar para las pruebas.

Por otro lado, hace posible el cálculo de estructuras que en la práctica son inabordables mediante el cálculo manual y, en la mayoría de los casos, reduce a límites ínfimos el riesgo de errores operativos.

Entre las limitaciones que presenta, se encuentra que calcula soluciones numéricas concretas y adaptadas a unos datos particulares de entrada, no puede hacerse un análisis de sensibilidad sencillo que permita conocer cómo variará la solución si alguno de los parámetros se altera ligeramente.

La mayoría de las aplicaciones prácticas requiere mucho tiempo para ajustar detalles de la geometría, por lo que, frecuentemente, existen problemas de mal condicionamiento de las mallas.

En general, una simulación requiere el uso de numerosas pruebas y ensayos con geometrías simplificadas o casos menos generales que el que finalmente pretende simularse, antes de empezar a lograr resultados satisfactorios.

### **2.2.8. Sistemas CIM**

La sigla *CIM* significa *Computer Integrated Manufacturing* que al traducirlo al español es *Manufactura Integrada por Computadora*. Un sistema CIM implica integrar todos los pasos de un proceso de manufactura relativos a un elemento dado.

La aplicación de los sistemas computacionales para el diseño y la manufactura han tenido un amplio desarrollo y se han extendido a diversos sectores productivos. Se analizan sus beneficios desde la perspectiva de la mediana y la pequeña empresa, las cuales se enfrentan con la necesidad de ser competitivas a nivel mundial.

El modelo CIM es aplicable a todas las funciones operacionales y de proceso de información de la fábrica, desde la recepción de pedidos, el diseño, la producción y, finalmente, la expedición de productos. Para conseguir este objetivo los sistemas CIM se valen de computadoras situados en las diversas áreas relacionadas con el proceso de producción: desde la planificación, el diseño y la fabricación del producto, hasta las pruebas para asegurar la calidad del mismo.

La flexibilidad se consigue mediante el acoplamiento y sincronización del flujo de datos e información con los medios automatizados de fabricación, transporte y almacenamiento, mediante redes locales LAN (*Local Area Network*) que permiten realizar la conexión entre las computadoras de los diversos subsistemas.

Los elementos de un sistema CIM integran las denominadas *Tecnologías Avanzadas de Fabricación (AMT)* con las *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC)*.



Fuente: Elaboración propia, 2014

Cuadro 2.11. Elementos de un CIM

En el cuadro 2.11., se pueden visualizar cuáles son los elementos que componen los sistemas CIM, y cómo su interacción da lugar a este sistema de tecnología de información y comunicaciones.

CASA/SME (Computer and Automated Systems Association – Society of Manufacturing Engineers) define un sistema CIM como aquel que alcanza los tres siguientes objetivos: el establecimiento de una red de información que abarque la totalidad de la planta de producción; el

establecimiento de una arquitectura global de flujo de información y adquisición de datos; la simplificación de la función de producción.

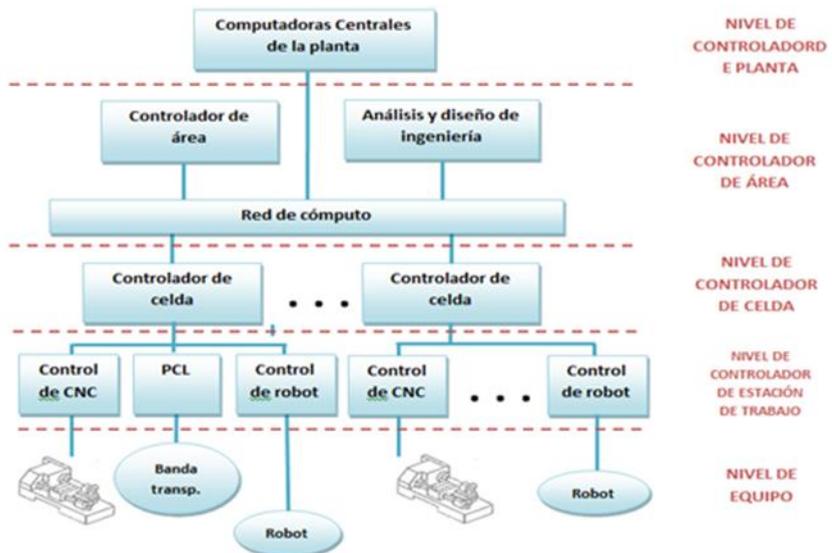
Como ya dijimos, el CIM incluye todas las actividades desde la percepción de la necesidad de un producto, la concepción, el diseño y el desarrollo; también la producción, marketing y soporte del producto en uso. Toda acción envuelta en estas actividades usa datos, ya sean textuales, gráficos o numéricos. La computadora hoy en día es la herramienta más importante en la manipulación de datos y por ello ofrece la real posibilidad de integrar las operaciones de manufactura, actualmente fragmentadas, en un sistema operativo único (Cuadro 2.12).

¿Qué se debe analizar en un CIM?	
	Contenido
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procesos de la compañía</li> <li>▪ Jerarquía de procesos</li> <li>▪ Grupos funcionales</li> <li>▪ Secuencia de funciones</li> </ul>
Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo de información</li> <li>▪ Relaciones</li> <li>▪ Flujo de información</li> <li>▪ Estructuración</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recursos tecnológicos: capacidades e infraestructura</li> <li>▪ Recursos humanos: habilidades, experiencias y conocimientos</li> </ul>
Organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enfoque de producto o procesos</li> <li>▪ Estructura organizacional</li> <li>▪ Enfoque de control</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 2.12. Análisis de un CIM**

En el sistema CIM existen cinco dimensiones fundamentales (Cuadro 2.13.)



Fuente: <http://utemrobotindustrial.blogspot.com.ar>, 2014

Cuadro 2.13. Niveles del CIM

*Nivel de controlador de planta.* Es el más alto nivel de la jerarquía de control, se representa con la/s computadora/s central/es de la planta que realizan las funciones corporativas como administración de recursos y planeamiento general de la planta.

*Nivel de controlador de área.* Es responsable de la coordinación y programación de las actividades de las celdas de manufactura, así como de la entrada y salida de material.

Adicionalmente, este nivel realiza funciones de planeamiento y diseño asistido por computadora (CAD) y planeamiento de requerimientos de materiales (MRP, por sus siglas en inglés).

*Nivel de controlador de celda.* La función de este nivel implica la programación de las órdenes de manufactura y coordinación de todas las actividades dentro de una celda integrada de manufactura.

*Nivel de controlador de procesos o nivel de controlador de estación de trabajo.* Incluye los controladores de equipo, los cuales permiten automatizar el funcionamiento de las máquinas. Entre estos se

encuentran los controladores de robots, controles lógicos programables (PLC's), CNC's, y microcomputadores.

*Nivel de equipo.* Es el nivel más bajo de la jerarquía, está representado por los dispositivos que ejecutan los comandos de control del nivel próximo superior. De manera general, se considera la maquinaria y el equipo de producción como representativos de este nivel.

La comunicación entre los sistemas es vital en un ambiente moderno de manufactura. Una jerarquía de computadoras que se comunican entre ellas implica, al menos, una estandarización en los protocolos de comunicación. Los protocolos son reglas que gobiernan la interacción entre entidades comunicadas, y deben proveer una serie de servicios, como por ejemplo, permitir la transmisión de datos entre programas o procesos en la red interna, tener mecanismos de control entre hardware y software o aislar a los programadores del resto, cuando éstos lo necesitan.

Por otro lado, deben ser modulares, de tal manera que elegir entre protocolos alternativos tenga el mínimo impacto y, finalmente, deben permitir la comunicación con otras redes.

#### 2.2.8.1. Beneficios estratégicos del sistema CIM

La implementación de un sistema CIM debe verse como una herramienta estratégica y no como una mera inversión de capital. Para aquellas compañías que eligen CIM, los beneficios son reales, y pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Algunos de estos son: la *flexibilidad*, es decir, capacidad de responder más rápidamente a cambios en los requerimientos de volumen o composición; la *calidad*, resultante de la inspección automática y la mayor consistencia en la manufactura; la *ganancia de tiempo*, ya que hay reducciones importantes resultantes de la eficiencia en la integración de información; los *inventarios*, cuya reducción se ve especialmente en los procesos y en el stock de piezas terminadas, debido a la reducción de pérdidas de tiempo y el acceso oportuno a información precisa.

Otras ventajas son, la *reducción de control gerencial*, como resultado de la accesibilidad a la información y la implementación de sistemas computacionales de decisión sobre factores de producción; *las reducciones en el espacio físico*, como resultado del incremento de la eficiencia en la distribución y la integración de operaciones y, finalmente, *opciones de explotar nuevas tecnologías*, las que previenen riesgos de obsolescencia.

### **2.2.9. Sistemas CAPP**

La planificación de procesos, entendida como el acto de preparar instrucciones de operaciones detalladas para convertir un diseño de ingeniería en una pieza final, contiene una riqueza de datos de fabricación tales como la identificación de máquinas, herramientas, utillajes, selección de parámetros de mecanizado, operaciones y requerimientos del diseño. Esta situación ayudó en su momento al desarrollo de un sistema para resolver la tarea de la planificación de procesos; surgieron así los sistemas conocidos como *CAPP* (*Planificación de Procesos Asistida por Ordenador - Computer Aided Process Planning* en inglés)

El sistema CAPP, ha sido reconocido como una de las tareas más importantes en la investigación de la ingeniería de fabricación, se ha visto ayudada por la evolución de la informática y el hecho de que el mercado haya alcanzado una masa crítica que le permite cuidar la inversión en I+D.

La tecnología CAPP fue dirigida por varios investigadores para establecer un puente entre el CAD y el CAM a través de la mejora en la planificación de procesos. Los sistemas CAD proveen datos gráficos a los sistemas CAPP para la realización de dibujos de ensambles. Estos datos gráficos se pueden introducir en la máquina herramienta por medio de soporte magnético o por instrucciones escritas.

Por lo tanto, estos sistemas establecen una conexión imperativa entre las operaciones de diseño y de fabricación (combinadas con la MRP: planificación de recursos materiales) en el ambiente CIM.

Para asegurar la correcta integración de las actividades de CAD/CAPP/CAM, hay que contar entre sus elementos con una base de datos; la misma está dividida de manera ficticia en dos partes, una almacena los datos pasivos, los cuales no se modifican con frecuencia y se refieren a la información relacionada con entidades como máquinas, herramientas, materiales, operaciones, paso tecnológico, tolerancias, rugosidades y otras. La otra parte almacena los datos que tienen un movimiento mayor, es decir que están sujetos a modificaciones frecuentes. Esta parte contiene información relativa a las tecnologías generadas por el sistema CAPP.

La finalidad de la planificación de procesos es seleccionar y definir en detalle, el proceso que debe ser ejecutado, con el fin de transformar un

material en bruto, en una forma dada y de una manera efectiva. El objetivo primario es definir procesos factibles; el coste y la producción son objetivos secundarios, y los recursos disponibles (máquinas - herramienta, herramientas de corte y trabajo) actúan como restricciones.

#### *2.2.9.1. Beneficios del sistema*

La actividad de generación de tecnologías de maquinado llevada a cabo por los sistemas CAPP es compleja y en ella se involucran una serie de factores y conocimientos que influyen de forma positiva o negativa para que esta tarea se lleve a cabo correctamente.

Dentro de estos factores se pueden citar los siguientes: el factor humano que son los conocimientos que debe tener el tecnólogo sobre los procesos maquinados y que poseen un peso considerable; la pieza a obtener, es decir, conocer el destino de servicio y el material de la misma y las características técnicas de la pieza, ya que determinan las máquinas y las herramientas con las que se fabrica.

Por otro lado, las máquinas herramientas, la rigidez y las características técnicas de la/s máquinas disponibles deben garantizar que se obtenga una pieza con las exigencias técnicas especificadas por el diseñador, las herramientas utilizadas deben poseer las características físicas y la geometría necesaria para obtener la pieza final de acuerdo con el material y su forma y el factor económico en el que la tecnología generada tiene que garantizar un consumo mínimo de energía, materiales, herramientas, tiempo y recursos que se traducen en un ahorro de dinero. Todo esto encuadrado dentro del factor ecológico.

A partir de la entrada de información, el sistema trabaja en pro de la consecución de los objetivos marcados. Esto lleva a que los pasos necesarios para el desarrollo del trabajo y el cumplimiento de los objetivos sean, por una parte, la obtención de toda la información implícita y explícita de los productos a fabricar y del proceso de fabricación, concretamente la relacionada con las herramientas y máquinas que permiten la realización del proceso y el cálculo del proceso óptimo de fabricación.

Por otro lado, es importante la obtención de toda la información relativa a las coordinaciones entre las distintas máquinas, el cálculo de la secuenciación óptima de las operaciones, las variantes para la ejecución del mismo producto, el estado actual de las tareas en planta de fabricación y la combinación de los cálculos de proceso y de operaciones para la determinación del camino más adecuado.

En síntesis, una vez escogida toda la información necesaria para planificar la producción, el funcionamiento del sistema CAPP se estructura a partir de la optimización del proceso de fabricación y de determinar la secuenciación óptima de las operaciones que se deben realizar.

La implementación del CAPP resulta en beneficios significativos en cuanto a la reducción del tiempo principal en la planificación de procesos y la rápida respuesta a los cambios ingenieriles, una mayor consistencia en la planificación del proceso y el acceso a la información para actualizar una base de datos central.

### **2.2.10. Sistemas PDM**

La sigla *PDM* que corresponde a *Product Data Management*, se traduce al español *Gestión de Datos del Producto*. En efecto, PDM consiste en el uso de software u otras herramientas para el seguimiento y control de datos relacionados con un producto en particular. Los datos de seguimiento, por lo general, involucran a las especificaciones técnicas del producto, las especificaciones para la fabricación y el desarrollo, y los tipos de materiales que se requieren para producir bienes.

El uso de productos de gestión de datos permite a una empresa realizar un seguimiento de los costos asociados con la creación y lanzamiento de un producto (Ver Figura 2.27.).



Fuente: <http://www.inflow-tech.com>, 2014

**Figura 2.27. Control y distribución de la información**

El reto de PDM es maximizar los beneficios de tiempo de salida al mercado que produce la ingeniería concurrente mientras se mantiene el

control de la información y la distribución automática de ella a las personas que la necesitan, cuando la necesitan (Cuadro 2.14.).



Fuente: <http://www.solidworks.com/>, 2014

Cuadro 2.14. Sistema PDM

La manera en que el PDM enfrenta este reto es manteniendo los datos en un único lugar seguro llamado bóveda (*vault*) donde la integridad de la información puede ser garantizada y todos los cambios monitoreados, controlados y guardados.

Por otro lado, los duplicados de los datos maestros pueden ser distribuidos libremente a los usuarios de varios departamentos para su diseño, análisis y aprobación. La nueva información es entonces publicada (*released*) y regresada a la bóveda. Cuando se hace un

cambio en la información, lo que ocurre realmente es que una copia con los datos modificados, firmada y fechada, se almacena en la bóveda junto con la anterior, la cual permanece en su forma original como un registro permanente.

Este es el principio básico detrás de los sistemas PDM. Para entenderlos más a fondo es necesario observar, separadamente, cómo estos sistemas controlan la información en bruto del producto (Administración de la Información y Administración de los Procesos).

La administración de la información (Figura 2.28.) en las compañías fabricantes son buenas en cuanto al registro sistemático de sus planos de componentes y ensambles, pero frecuentemente, no mantienen registros amplios de atributos como tamaño, peso, dónde ha sido usado, etc.



Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2014

**Figura 2.28. Administración de la información**

Esto provoca una desafortunada brecha en la capacidad de administrar efectivamente la información del producto. Los sistemas de administración deben ser capaces de manejar ambos datos, los atributos y la documentación del producto, así como las relaciones entre ellos, usando un sistema de base de datos relacional. Por ello, es necesario establecer una técnica de clasificación que sea fácil y rápida.

La clasificación debe ser una capacidad fundamental de un sistema PDM. La información similar debe ser posible de ser agrupada en categorías. Una clasificación más detallada es viable usando atributos para describir características esenciales, acompañadas de cada componente en una categoría dada.

Respecto a la clasificación de los componentes, los mismos serán ingresados a la base de datos por medio de una variedad de categorías que satisfacen sus necesidades específicas. Estas pueden ser agrupadas bajo amplios encabezados, lo que permite que todos los componentes con los que trabaja su empresa puedan ser organizados en una estructura jerárquica fácil de encontrar. A cada pieza le pueden se le pueden dar sus propios atributos (Figura 2.29.).

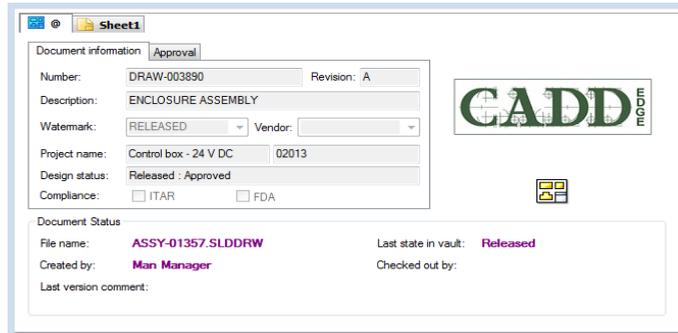
Part Number	Revision	Ver...	QTY	ERP UoM
SUB0679	P03	51	1	PC
SUB0781	P02	26	0	PC
SUB0647	P04	65	1	PC
SUB0655	P03	46	1	PC
PCA0078	P03	37	1	PC
PCA0070	P05	46	1	PC
HGS0548	P01	20	1	PC
FLD0765	P01	11	12	IN
FLD0164	PUR	12	1	PC
FAS0014	PUR	15	4	PC
FAS0237	PUR	18	7	PC
FAS0269	PUR	17	0	PC
FAS0295	PUR	11	0	PC

Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2015

**Figura 2.29. Clasificación de componentes**

Adicionalmente, algunos sistemas permiten registrar que ciertos componentes estén disponibles con atributos opcionales específicos. Esto puede ser invaluable en el control de la lista de materiales (*bill of materials – BOMs*) debido a razones que serán tratadas más adelante.

Los documentos relacionados a los componentes y conjuntos pueden ser clasificados de manera semejante; por ejemplo, las categorías podrían ser: planos, modelos 3D, publicaciones técnicas, archivos de hojas de cálculo, etc.

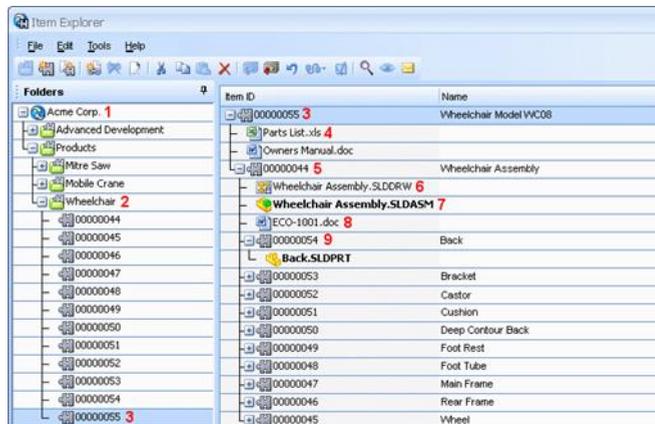


Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2015

Figura 2.30. Tarjeta de datos para clasificación de documentos

Cada documento puede tener su propio conjunto de atributos: número de pieza, autor, fecha de ingreso. Y al mismo tiempo las relaciones entre documentos y los componentes en sí pueden ser mantenidas. Por ejemplo, un expediente de un “ensamble de rodamiento”, podría ser extraído con planos 2D, modelos sólidos y archivos FEA.

La tercera manera (Figura 2.31.) en que un producto puede ser buscado, es por la estructura de producto. Para cualquiera de ellos seleccionado, las relaciones entre los ensambles y las piezas que componen dichos conjuntos deben ser mantenidas.

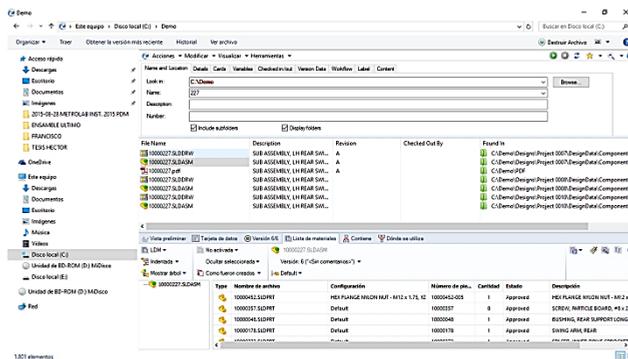


Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2015

Figura 2.31. Estructura de producto

Esto significa que se puede abrir una lista de materiales, incluyendo documentos y piezas, así como también otro tipo de estructuras; por ejemplo, documentos de manufactura, financieros, de mantenimiento o cualquier otro tipo de documentos relacionados.

La búsqueda de información de los componentes y del ensamble es posible usando varias rutas.



Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2015

### Figura 2.32. Búsqueda de la información

Así, es posible moverse hacia arriba o hacia abajo en el árbol de clasificación, señalar su camino a través de una estructura del producto; buscarla por su nombre, número de pieza o indagando en grupos de datos a través de un atributo o una combinación de los mismos. Por ejemplo, se podrían buscar todos los remaches en acero inoxidable con cuerpo anodizado y que sean menores a 10 mm.

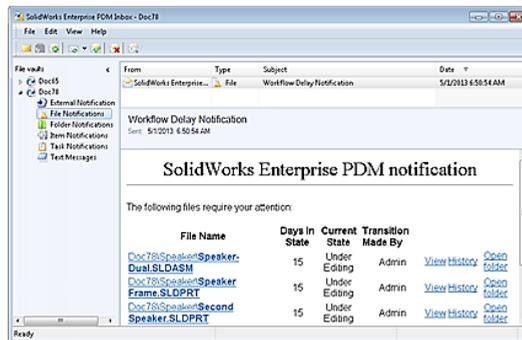
Hasta ahora se ha trabajado con la información organizada a la que es fácil de acceder, refinanciar o hacerle una referencia cruzada; se trata, básicamente, de procedimientos pasivos. Por otra parte, la Administración de Procesos se refiere a controlar la manera en que la gente crea y modifica la información, es decir, procedimientos activos.

Aunque aparentemente pueda parecer una manera diferente de nombrar la administración de proyectos, se debe observar que esta concierne en sí misma solo a la delegación de tareas y direcciona el impacto de las tareas en la información.

No obstante, los sistemas de administración de procesos, normalmente, tienen tres amplias funciones:

1. Administrar qué le pasa a la información cuando alguien trabaja en ella. (Administración de tareas – *Work Management*)
2. Administrar el flujo de la información entre las personas. (Administración del flujo de tareas – *Workflow Management*)
3. Hacerle el seguimiento a todos los eventos y movimientos que ocurren en la funciones 1 y 2 durante la historias de un proyecto (Administración de la historia de tareas – *Work History Management*)

Los sistemas PDM pueden variar ampliamente en cómo realizan estas funciones. A continuación se presenta una visión general en cuanto a la administración de tareas.



Fuente: <http://help.solidworks.com/>, 2014

Figura 2.33. Administración de tareas

Los ingenieros se dedican a crear y cambiar información. Un modelo sólido por ejemplo, puede sufrir cientos de cambios durante el curso de su desarrollo, involucrando cada uno modificaciones importantes a la información de ingeniería.

Un sistema PDM ofrece una solución al actuar como el ambiente de trabajo del ingeniero, capturando meticulosamente toda la información nueva y modificada en el momento que es generada, y mantiene un registro de qué versión es y registra un seguimiento efectivo de cada movimiento.

Por supuesto, cuando un ingeniero es requerido para llevar a cabo una modificación, solicita más que solo el diseño original y la *Orden de cambio de ingeniería (Engineering Change Order – ECO)*. En un ambiente tradicional de diseño se necesitaría recopilar una carpeta o expediente al cual el equipo de trabajo puede referirse si lo necesitara.

Los sistemas PDM actuales cumplen con estos requerimientos con diverso nivel de éxito. Una aproximación es la que emula los procesos

basados en el papel usando lo que se conoce como paquetes de usuario (*user packets*).

Los paquetes permiten que el ingeniero maneje y modifique distintos tipos de documentos simultáneamente, así como documentos adicionales de referencia. Este enfoque también cumple el principio de ingeniería concurrente. Por ejemplo, aunque solo el usuario puede estar trabajando en el diseño maestro, los colegas que trabajen en el mismo proyecto pueden ser notificados inmediatamente sobre una nueva actualización al diseño maestro, y las copias de referencia serán remitidas a ellos en sus propios paquetes. Un paquete dado solo puede seguir siendo trabajado por el usuario que ha iniciado la sesión, pero su contenido puede ser buscado y copiado por cualquier persona que tenga los privilegios necesarios.

La administración del flujo de tareas tiene la ventaja de facilitar a los miembros del equipo, compartir grandes grupos de documentos y mover el trabajo de un departamento a otro en agrupaciones lógicamente organizadas.

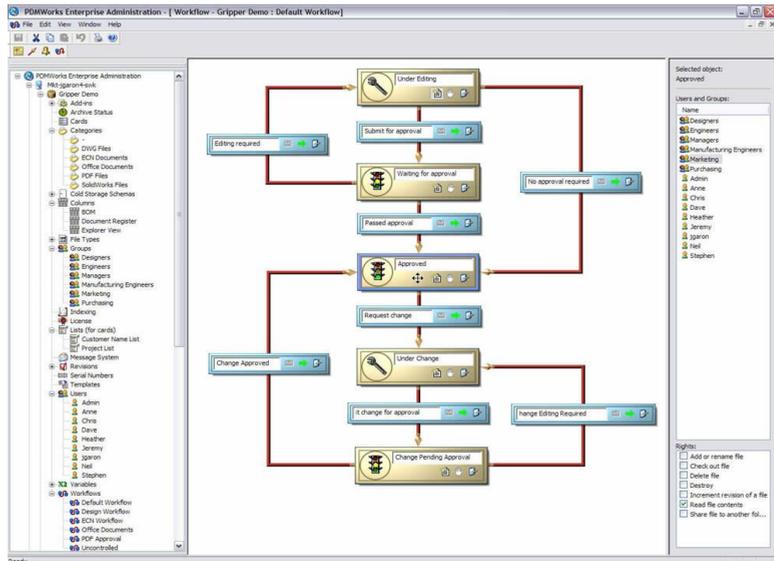
Durante el desarrollo de un producto, puede ser necesario diseñar, modificar, comprobar y aprobar cientos de piezas que lo componen con sus correspondientes archivos maestros.

De este modo, se necesita que haya un continuo chequeo, modificación y revisión. Con todos estos cambios superpuestos, es muy fácil que un ingeniero esté invirtiendo una considerable cantidad de tiempo y esfuerzo tratando de seguir el rastro a un diseño, el cual puede haber sido invalidado por el trabajo que alguien más haya hecho en otra etapa del proyecto. En este aspecto, como punto más fuerte, los sistemas PDM mantienen el orden de los complejos flujos de tareas.

La mayoría de los sistemas PDM le permiten al líder del proyecto controlarlo a través de estados (*status*) usando detonadores (*trigger*) y listas de ruta (*routing list*) que pueden variar de acuerdo con el tipo de organización o desarrollo del proyecto en que se está envuelto. Cada individuo o grupo de individuos está constituido para representar un estado en un proceso: *En proceso*, *En Revisión*, *Revisado*, *Aprobado*, *Publicado* (*Initiated*, *Submitted*, *Checked*, *Approved*, *Released*); un archivo o registro no puede ser movido desde un individuo o grupo, al siguiente sin cambiar su estado.

Por ejemplo, un ingeniero que está trabajando en un diseño quiere consultar con sus colegas cuál es la mejor aproximación al diseño. Siempre que el modelo maestro y todos los archivos de referencia asociados estén contenidos y controlados por paquetes, entonces es

simple hacer llegar el trabajo completo a cualquier número de personas sin provocar cambios de estado. El procedimiento formal del flujo de tareas no se compromete con esta redistribución porque la autorización para cambiar el estado de los archivos no se mueve con el paquete. La autorización continúa con el individuo designado (Figura 2.34.).



Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2015

Figura 2.34. Administración del flujo de tareas

Cuando los paquetes de datos y archivos son transmitidos, estos pueden ser acompañados con instrucciones, notas y comentarios.

Por supuesto, un paquete representa una tarea en el proyecto de desarrollo de un producto, el cual puede estar constituido por cientos de ellos. Cada paquete sigue su propia ruta a través del sistema pero la relación entre ellos también necesita ser controlada.

Para coordinar tan complejo flujo de tareas, efectivamente es necesario tener la capacidad de definir la interdependencia de las tareas, de manera tal que coincidan con la forma en que sus proyectos han sido estructurados. No todos los sistemas son fáciles de adaptar a este *modus operandi*. Algunos de los que existen tienen la capacidad de crear relaciones jerárquicas entre los archivos. Por ejemplo, se le puede indicar al sistema que prevenga a un ingeniero de firmar un conjunto

para ser divulgado hasta que sus componentes no hayan sido publicados individualmente.

Como hemos visto, los sistemas PDM no solo pueden mantener una intensiva base de datos de registros del estado actual de un proyecto, también pueden grabar los estados a medida que se pasa por ellos, o sea administrar la historia de tareas.

Event	Version	User	Date	Comment
Revision: B	9	Mary	2012-09-21 19:27:01	
Transition from 'Change Pending Approval' to 'Approved'	9	Mary	2012-09-21 19:27:01	OK per Plate ECO.xlsx
Checked in	9	Mary	2012-09-21 19:27:01	
Transition from 'Under Change' to 'Change Pending Approval'	8	John	2012-09-21 19:26:08	Corrected material
Labeled 'Copper Plate'	8	John	2012-09-21 19:25:41	Copper plate with hole
Checked in	8	John	2012-09-21 19:25:01	Copper
Transition from 'Change Pending Approval' to 'Under Change'	7	Mary	2012-09-21 19:23:31	Wrong material!
Transition from 'Under Change' to 'Change Pending Approval'	7	John	2012-09-21 19:02:00	Changed material
Checked in	7	John	2012-09-21 19:00:50	Changed material to rubber
Transition from 'Approved' to 'Under Change'	6	Mary	2012-09-21 18:58:02	Per Plate ECO.xlsx
Revision: A	6	Mary	2012-09-21 18:56:08	
Transition from 'Waiting for approval' to 'Approved'	6	Mary	2012-09-21 18:56:08	Meets design specification
Checked in	6	Mary	2012-09-21 18:56:08	
Transition from 'Under Editing' to 'Waiting for approval'	5	Steve	2012-09-21 18:55:08	Added material per specification
Checked in	5	Steve	2012-09-21 18:54:27	Brass
Transition from 'Waiting for approval' to 'Under Editing'	4	Mary	2012-09-21 18:52:54	Missed material specification 1.0 - sh...
Transition from 'Under Editing' to 'Waiting for approval'	4	Steve	2012-09-21 18:51:11	Added hole to plate

Fuente: <http://www.solidworks.com>, 2015

Figura 2.35. Administración del historial de tareas

Esto significa que son una potencial e invaluable fuente de información para una auditoría. La capacidad de realizar regularmente procesos de auditoría es un requerimiento fundamental para cumplir con las normas internacionales de administración como la ISO 9000, EN 29000 y BS5750.

Es importante conocer cuáles son los eventos específicos que el sistema registra. Algunos solo rastrean los cambios en los documentos propios, otros tienen la capacidad de marcar cambios pero lo hacen en una serie de “fotos” tomadas solo cuando el archivo cambia de estado (esto puede provocar grandes aberturas en la historia del flujo de tareas, por ejemplo un usuario puede haber hecho modificaciones a un diseño por varias semanas sin haber llegado a un cambio de estado). Algunos sistemas ofrecen un registro histórico que le permite indicar los cambios en cualquier nivel de un sistema, por ejemplo, cada vez que un archivo modificado es guardado.

### 2.2.10.1. Beneficios del sistema

La reducción del tiempo de salida al mercado es el mayor beneficio de un sistema PDM. Tres factores sirven para definir los límites de la velocidad con que se puede lanzar un producto al mercado; uno es el tiempo que se toma para realizar las tareas, como un diseño de ingeniería; otro es el tiempo perdido entre tareas, tal como cuando un diseño publicado se deja en la bandeja de trabajo de un ingeniero de producción en espera de ser procesado; y el tercero es el tiempo perdido en el trabajo que hay que rehacer.

Además, puede acelerar tareas poniendo a disponibilidad la información al instante; soporta tareas de administración concurrente y permite a miembros de equipos autorizados acceder a toda la información relevante, todo el tiempo, con la seguridad de que esta será siempre la última versión.

Los sistemas PDM, cuando manejan las herramientas adecuadas, pueden incrementar considerablemente la productividad de sus ingenieros debido a que permite acceder a la información del producto de manera eficiente.

Históricamente un ingeniero de diseño puede gastar tanto tiempo (como un 25 a un 30%) simplemente manejando información, buscándola, recuperándola, esperando por copias o planos, archivando lo nuevo. El PDM remueve estos tiempos muertos casi completamente. El diseñador nunca más necesitará conocer dónde buscar diseños publicados u otros datos, ya que estará ahí, de manera completa, cuando se requiera.

A menudo los diseñadores son conservadores en su aproximación a la solución de un problema debido a que el tiempo consumido para explorar soluciones alternativas es muy alto. Los sistemas PDM abren el proceso creativo de tres importantes maneras:

Primero, mantienen un seguimiento de todos los documentos y resultados de pruebas relativos al cambio de un producto dado, minimizando las tareas y los posibles errores. Segundo, reducen la posibilidad de fallas al compartir el riesgo con otros y al hacer la información disponible rápidamente a las personas adecuadas. Tercero, anima a la solución de problemas del equipo al permitir a los individuos compartir sus ideas, usando la capacidad de transferencia de paquetes, sabiendo que todos los demás están mirando el mismo tema.

Aunque los sistemas PDM varían ampliamente en sus niveles de facilidad para el usuario, la mayoría opera con la estructura organizacional existente de una maniobra de ingeniería del producto, sin

mayor discontinuidad. Cuando un usuario desea ver información en un sistema PDM, la aplicación está lista automáticamente al ser cargada. En un ambiente de trabajo convencional, los usuarios deben ser expertos necesariamente.

El concepto de una única bóveda central garantiza que la información es inmediatamente accesible a aquellos quienes la necesitan, todos los documentos maestros y registros históricos de los cambios permanecen absolutamente correctos y seguros, garantizando una integridad en la información.

La razón por la cual los proyectos de desarrollo de productos se retrasan no es porque sean mal planeados desde el principio, sino porque regularmente se salen de control. Esto sucede porque la inmensa cantidad de información generada por el proyecto crece rápidamente más allá del alcance de las técnicas tradicionales de administración. Los sistemas PDM permiten retener el control, asegurando que la información en la que se basa, esté firmemente controlada (Figura 2.36.).

La estructura del producto, la administración de los cambios, el control de la configuración y la trazabilidad son beneficios claves. El control puede ser incrementado por la publicación automática de la información y los procedimientos de transmisión electrónica. Como resultado, es imposible que una tarea programada sea ignorada, enterrada u olvidada.



Fuente: Recorte SolidWorks Enterprise PDM, 2014

Figura 2.36. Control de los procesos

Un sistema PDM debe permitir crear y mantener múltiples revisiones y versiones de cualquier diseño en la base de datos. Esto significa que las repeticiones en un diseño pueden ser creadas sin la preocupación de que versiones previas sean extraviadas o borradas accidentalmente. Cada una debe ser firmada y fechada, removiendo cualquier ambigüedad acerca de los diseños actuales y facilitando un seguimiento de revisión de cambios, logrando de esta forma un mejor manejo de los cambios de ingeniería.

Con la introducción de un grupo de procedimientos coherentes en el ciclo de desarrollo de un producto, un sistema PDM puede llegar a establecer un ambiente que permita cumplir los requisitos de las normas ISO 9000 y de las Administración Total de la Calidad (TQM).

Muchos de los principios fundamentales de la TQM, tales como el fortalecimiento del individuo para identificar y resolver los problemas, es inherente en la estructura de PDM. Los controles formales, las revisiones, los procesos de administración de cambios y la definición de responsabilidades pueden también garantizar que los sistemas PDM que seleccione contribuyan al cumplimiento de las normas internacionales de calidad.

### **2.2.11. Sistemas MRP**

Los *MRP (Materials Requirement Planning o Planificación de Necesidades de Materiales)* son soluciones relativamente nuevas a un problema clásico en producción: el de controlar y coordinar los materiales para que estén en el lugar preciso, cuando se requieren, sin la necesidad de tener un inventario excesivo.

Dentro de los sistemas MRP, podemos distinguir dos clases distintas y complementarias: el MRP I, destinado al control y gestión de los stocks de materiales necesarios para generar el producto en cuestión, y el MRP II que incluye la gestión de todos los recursos, no solo de materiales sino también humanos y de maquinarias.

Las técnicas *MRP I* o simplemente *MRP (Materials Requirement Planning o Planificación de Necesidades de Materiales)* son una solución relativamente nueva a un problema clásico en producción: el de controlar y coordinar los materiales para que estén en el lugar preciso cuando se necesitan sin tener un inventario excesivo.

El MRP I es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas: *¿Qué?*, *¿Cuánto?* y *¿Cuándo?* Está basado en dos ideas esenciales:

Una de ellas es la *demanda independiente*, es decir, que únicamente los productos finales o terminados son los que poseen independencia en la demanda. La otra, es *la estructura del producto*, lo que equivale a que las necesidades de cada artículo dependan de la estructura del mismo.

El objetivo del MRP es dar un enfoque más efectivo, sensible y disciplinado para determinar los requerimientos de material de cada empresa. Es un sistema que intenta dar a conocer simultáneamente tres puntos: asegurar materiales y productos que estén disponibles para la producción y entrega a los clientes; mantener los niveles de inventario adecuados para la operación; emitir órdenes concretas de compra y fabricación para cada uno de los productos que intervienen en el proceso productivo; planear las actividades de manufactura, horarios de entrega y actividades de compra.

Enumerando las características principales del sistema MRP se pueden mencionar:

- Que es prospectivo, porque se basa en las necesidades que se tendrán en el futuro
- Que está orientado a los productos ya que, a partir de las necesidades de estos, se planifica qué componentes son necesarios
- Que realiza un desfase en el tiempo de las necesidades de cada ítem, en función de los tiempos de suministros, estableciendo las fechas de emisión de órdenes y de entrega de pedidos
- Que no se tienen en cuenta las restricciones de capacidad, por lo que no es un indicador de si un plan de fabricación es viable o no
- Que es una base de datos que debe ser empleada por las diferentes áreas de una compañía

El sistema MRP compila información de al menos tres fuentes de información: el plan maestro de producción, el estado del inventario, la lista de materiales.

A partir de estos datos, se consigue el *plan de producción* de cada uno de los ítems que han de ser fabricados, especificando cantidades y fechas en que han de ser lanzadas las órdenes de fabricación, para

calcular las cargas de trabajo de cada una de las secciones de la planta, y posteriormente, para establecer el programa detallado de fabricación.

También se obtiene el *plan de aprovisionamiento*, detallando las fechas y tamaños de los pedidos a proveedores para todas aquellas referencias que son adquiridas en el exterior.

Finalmente, se tiene el *informe de excepciones*, que permite conocer qué órdenes de fabricación van retrasadas y cuáles son sus posibles repercusiones sobre el plan de producción y, en última instancia, sobre las fechas de entrega de los pedidos a los clientes.

Se comprende la importancia de esta información en el hecho de que es posible el lanzamiento de órdenes de fabricación urgentes, la adquisición en el exterior, la contratación de horas extraordinarias u otras medidas que el supervisor o responsable de producción considere oportunas.

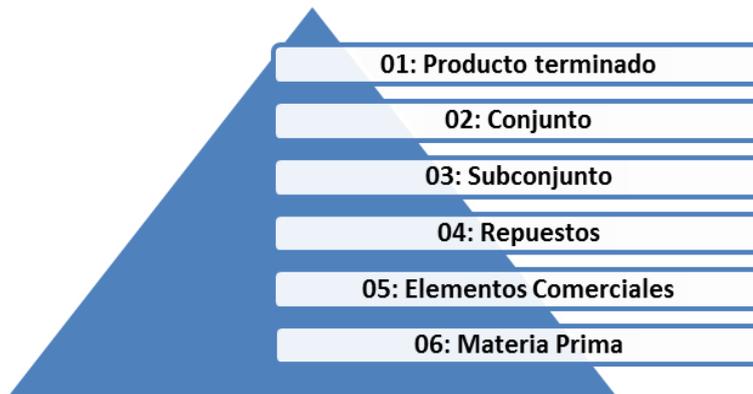
*El Plan maestro detallado de producción (PMS)* nos dice, con base en los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda, qué productos finales hay que fabricar y en qué plazos deben tenerse terminados. Contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta sometidos a demanda externa (productos finales fundamentalmente y, posiblemente, piezas de repuesto). Una vez establecidos estos datos, el cometido del resto del sistema es su cumplimiento y ejecución con el máximo de eficiencia.

Desde el punto de vista del control de la producción interesa la especificación detallada de los componentes que intervienen en el conjunto final, mostrando las sucesivas etapas de la fabricación. La estructura de fabricación es la lista precisa y completa de todos los materiales (BOM o LDM) y componentes que se requieren para la fabricación o montaje del producto final, reflejando el modo en que la misma se realiza. Los requisitos para definir esta estructura son varios:

- Cada componente o material que interviene debe tener asignado un único código que lo identifique.
- Debe de realizarse un proceso de racionalización por niveles. A cada elemento o ítem le corresponde un nivel en la estructura de fabricación de un producto, asignado en sentido descendente. Así por ejemplo, al producto final le corresponde el nivel cero; los componentes y materiales que intervienen en la última operación de montaje son de nivel uno y así sucesivamente.

Para explicar la *estructura de producto*, suponemos una empresa fabricante de maquinaria especial, donde la estructura de fabricación aplicada tenga los siguientes niveles de integración:

La estructura del producto para el ítem: “eje XX”, por ejemplo, estaría dada por un código que identifica a la pieza dentro de la estructura de fabricación. Una posible clasificación podría ser la que aparece en el Cuadro 2.14.:



Fuente: Elaboración propia, 2014

Cuadro 2.15. Estructura de producto

Ítem “eje XX” **04 - 21.6.23569**

**04:** indica el nivel de integración de la pieza, en el ejemplo, la pieza pertenece al grupo “repuestos”.

**21:** sección de la que pertenece.

**6:** Tipo de material - Acero

**23569:** nº de pieza

A su vez, que la pieza pertenezca al nivel de integración 04 indica que el ítem ha pasado por el nivel 06 en el cual se especifica el tipo y clase de material; en el ejemplo, indicaría el código que representa al acero particular.

La *Gestión de stock* o *Estado del inventario* recoge las cantidades de cada una de las referencias de la planta que están disponibles o en curso de fabricación. En este último caso ha de conocerse la fecha de recepción de las mismas.

Para el cálculo de las necesidades de materiales que genera la realización del programa maestro de producción, se necesita evaluar las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los materiales y componentes que intervienen. El sistema de información referido al estado del stock ha de ser muy completo, coincidiendo en todo momento las existencias teóricas con las reales y conociendo el estado de los pedidos en curso para vigilar el cumplimiento de los plazos de aprovisionamiento.

La *Planificación* de recursos de manufactura (MRP II) es un método integrado de planificación operativa y financiera para las empresas de manufactura. La MRP II funciona como extensión de la MRP I y es llevada a cabo por una combinación sinérgica de recursos humanos y computacionales.

Según la mecánica del MRP I resulta obvio que es posible planificar, a partir del *Plan maestro de producción*, no solamente las necesidades netas de materiales (interiores y exteriores) sino de cualquier elemento o recurso, siempre que pueda construirse algo similar a la *Lista de materiales* que efectúe la pertinente conexión, por ejemplo, horas hombre, horas máquina, contenedores, embalajes, etc. Así se produce paulatinamente la transformación de la Planificación de necesidades de materiales en una *Planificación de Necesidades del Recurso de Fabricación*, que es a lo que responde las siglas del *MRP II*.

Sin embargo, hay otros aspectos que suelen asociarse al MRP II. Uno de ellos es el establecimiento de unos procedimientos para garantizar el éxito del sistema, los cuales incluyen las fases anteriores al cálculo de las necesidades: las de preparación y elaboración del *Plan maestro*.

Otro aspecto incluido en el MRP II es la posibilidad de simulación para apreciar el comportamiento del sistema productivo (o de la empresa) en diferentes hipótesis sobre su constitución o sobre las solicitudes externas.

Finalmente, la última característica que se asocia generalmente con MRP II es el control *en bucle cerrado*, lo que claramente lo hace trascender desde un simple sistema de planificación. Se pretende, de esta forma, que se alimente al sistema MRP II con los datos relativos a los acontecimientos que se vayan sucediendo en el sistema productivo,

lo que permitirá al primero realizar las sucesivas replanificaciones con un mejor ajuste a la realidad.

MRP II es una filosofía llevada a la práctica en la gestión de negocios; ha sido adoptada e implantada en un gran número de compañías a las que les proporciona un cambio importante en control. Los sofisticados sistemas y procedimientos incorporados dan respuestas equilibradas y consistentes que permiten la toma de decisiones correctas, mediante el planteamiento de las preguntas claves de cualquier empresa manufacturera: ¿Qué vamos a fabricar? ¿Qué se necesita para su fabricación? ¿De qué disponemos? ¿Qué necesitamos conseguir?

El MRP II mejora la capacidad organizativa con el fin de competir efectivamente, pero hay que recordar que, en un sistema constituido por personas, es vital el compromiso, apoyo y entusiasmo que demuestre tener el personal.

El MRP II consta de cinco niveles: el primer nivel corresponde al *Plan empresarial* que, como se ve en el Cuadro 2.15., de acuerdo con los informes elaborados desde la dirección de la empresa respecto a la condición futura del sector industrial, se prevé la compra de alguna maquinaria o herramental necesario para llevar a cabo una estrategia y aumentar los niveles de producción de las mismas, considerando las exigencias del mercado y sus niveles de demanda.

El segundo nivel corresponde al *Plan Agregado Empresarial*. En este plan se agrupan los recursos disponibles, incluyendo las maquinarias previstas para llevar a cabo el plan empresarial. Al evaluar los recursos, se analiza el costo para realizar el mantenimiento, la cantidad de personal necesario para llevarlo a cabo, entre otros. Cada agrupación de maquinaria requiere de su propio plan.

El tercer nivel *Plan Maestro de Producción*. Se refiere a la elaboración de las necesidades de recursos. En este plan se define la programación de los diferentes tipos de procesos en detalle. Este se elabora en concordancia con las demás áreas de producción para así lograr el cumplimiento del *Plan maestro de producción*.

En el cuarto nivel se define el *Plan de requerimientos de materiales MRP*. El plan maestro de mantenimiento es la fuerza que mueve el sistema MRP I, que procesa la lista de materiales y los stocks y muestra los requerimientos señalados en el tiempo para la salida y recepción de materiales. Con ello se sabe cuánto material debe adquirirse y cuándo para el momento en que se va a utilizar.

Por último en el quinto nivel se define la *Programación y control de taller*. La coordinación de todas estas actividades la realiza el jefe de mantenimiento, quien programa en forma semanal la función de cada trabajador derivando a las diferentes máquinas de acuerdo con las habilidades.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 2.16. Niveles de los sistemas MRP**

Como podemos observar en el Cuadro 2.15., cuatro de los niveles involucrados en un MRP II son de planeamiento y uno de control y producción. Cada nivel responde a los interrogantes de cuánto y cuándo se va a producir y cuáles son los recursos disponibles, teniendo en cuenta para esto la capacidad de la empresa.

#### 2.2.11.1. Ventajas y Desventajas del sistema MRP

Las principales ventajas de los sistemas MRP son: la capacidad para fijar los precios de manera competente, la reducción de los precios de venta, la disminución del inventario, una mejor respuesta a las demandas del mercado, la posibilidad de cambiar el programa maestro, la reducción de los costos de preparación y desmonte, el descenso de tiempos de inactividad, suministro por anticipado, de modo tal que los gerentes

puedan ver el programa planeado, indicar cuándo demorar y cuando agilizar, demorar o cancelar pedidos, cambiar las cantidades, agilizar o retardar la fecha.

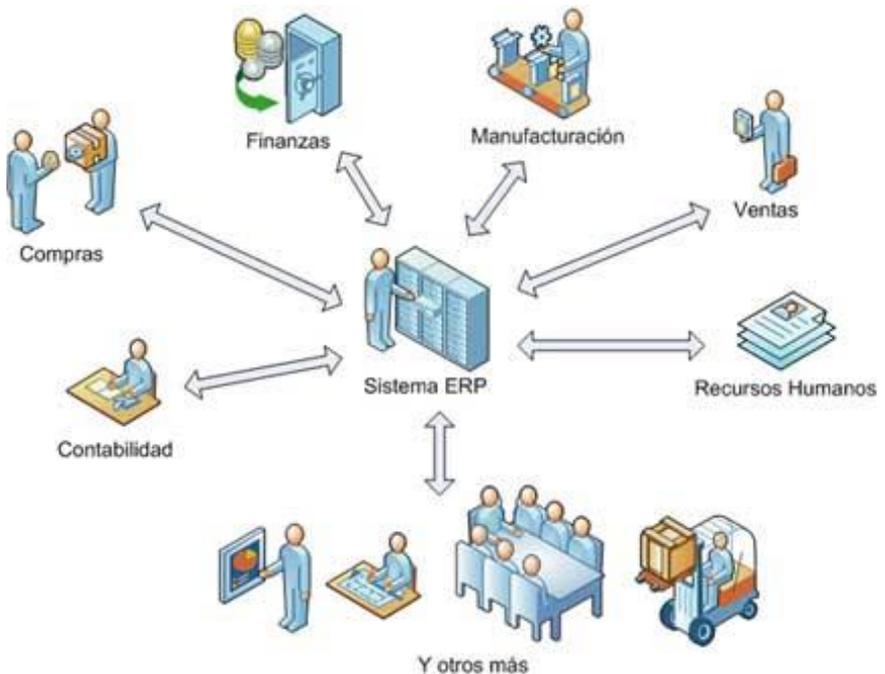
Los principales problemas de los sistemas MRP se encuentran en las fallas del proceso de instalación, a nivel organizacional y de comportamiento. Se han identificado tres causas principales: la falta de compromiso de la alta gerencia, el hecho de no reconocer que la MRP es solo una herramienta de software, por lo que no genera toma de decisiones y la integración de la MRP y el JIT.

### **2.2.12. Sistemas ERP**

Los *Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales* (en inglés *ERP, Enterprise Resource Planning*) son sistemas de gestión de información que automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa.

En una compañía, el hecho de que un cliente haga un pedido, representa que se cree una orden de venta, la cual desencadena el proceso de producción, de control de inventarios, la planificación de distribución del producto, la cobranza, y por supuesto, sus respectivos movimientos contables.

Generalmente cada departamento en una empresa o industria posee su propio sistema informático, aislado de los demás sectores. El ERP combina todos ellos juntos en un sólo programa de software integrado que trabaja con una base de datos común, y así, todas las transacciones quedan registradas desde su origen, permitiendo consultar en línea cualquier información relevante. De esta forma, todos los departamentos están interconectados, por lo que pueden compartir información y comunicarse entre sí. Esto ahorra tiempo y evita el procesamiento sobre papel, así como el reingreso de datos en varias computadoras, disminuyendo el margen de error (Figura 2.37.).



Fuente: <http://www.fusiontc.es>, 2014

Figura 2.37. Sistemas ERP - Interrelaciones

Este concepto integrador puede generar un gran retorno financiero si las empresas implementan el software adecuadamente, brindando como beneficio, control y visualización de las operaciones, eficiencia administrativa, productividad, servicio a clientes, ahorro en costos operativos y soporte para la toma de decisiones.

Los objetivos principales de los sistemas ERP son: la optimización de los procesos empresariales, el acceso a la información, la posibilidad de compartir información entre todos los componentes de la organización, la eliminación de datos y operaciones innecesarias de reingeniería.

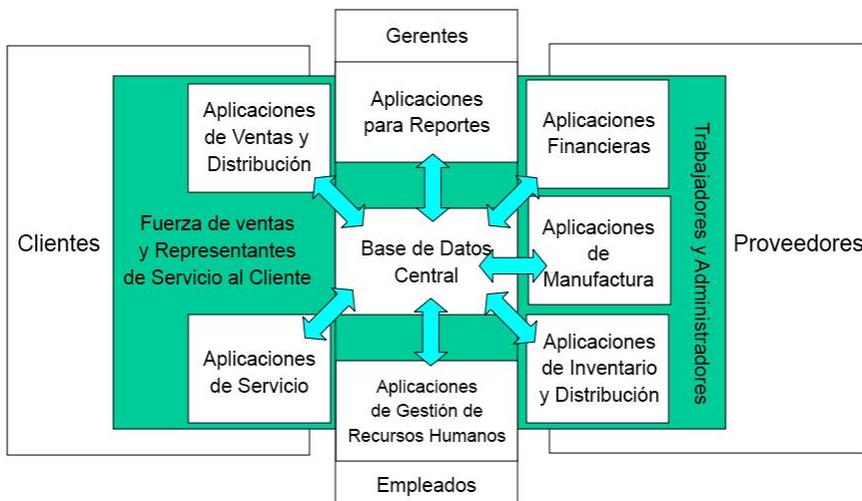
El propósito fundamental de un ERP es otorgar apoyo a los clientes del negocio, las respuestas rápidas a sus problemas, así como un eficiente manejo de información que permita la toma oportuna de decisiones y la disminución de los costos totales de operación.

Las características que distinguen a un ERP de cualquier otro software empresarial es que deben de ser sistemas integrales, modulares y adaptables.

*Integrales.* Porque permiten controlar los diferentes procesos de la compañía entendiendo que todos los departamentos de una empresa se relacionan entre sí, es decir, que el resultado de un proceso es punto de inicio del siguiente. Por ejemplo, en una compañía el cliente hace un pedido; con el ERP el operador simplemente captura el pedido y el sistema se encarga de todo lo demás (desencadena el proceso de producción y controles, de planificación y distribución del producto), por lo que la información no se manipula y se encuentra protegida.

*Modulares.* Los ERP entienden que una empresa es un conjunto de departamentos que se encuentran interrelacionados por la información, los cuales al ser módulos pueden acomodarse de acuerdo con los requerimientos del cliente, por ejemplo: ventas, materiales, finanzas, control de almacén, recursos humanos, etc.

*Adaptables.* Los ERP están creados para adaptarse a la idiosincrasia de cada empresa. Esto se logra por medio de la configuración o parametrización de los procesos de acuerdo con las salidas que se necesiten de cada uno.



Fuente: <http://erpycrm-gratis.blogspot.com.ar>, 2014  
**Cuadro 2.16. Características del ERP**

Otras características destacables de los sistemas ERP son: que tienen base de datos centralizada, que los componentes del ERP interactúan entre sí consolidando todas las operaciones, que los datos se ingresan sólo una vez y que es un único programa (con multiplicidad de librerías) con acceso a una base de datos centralizada.

No debemos confundir en este punto la definición de un ERP con la de una suite de gestión. La tendencia actual es ofrecer aplicaciones especializadas para determinadas empresas. Es lo que se denomina versiones sectoriales o aplicaciones sectoriales especialmente indicadas o preparadas para determinados procesos de negocio de un sector (los más utilizados).

A la hora de implementar un sistema ERP, se lo debe llevar a cabo en forma gradual debido a que la reorganización provoca cambios en los sistemas internos y estructurales de la empresa, en los que es importante definir alcances y límites.

Para tener buenos resultados y muchas probabilidades de éxito, se necesita concientizar a todos los usuarios sobre los beneficios y escuchar sus requerimientos. Esto debe ser un trabajo en conjunto, ya que incluye todas las áreas de una compañía; es vital que desde el primer momento la alta dirección se encuentre involucrada en el proyecto.

Dentro de los factores a tener en cuenta está la infraestructura tecnológica que posea la empresa; es importante consultar al momento de adquirir una herramienta informática y con qué equipos se debe contar para poder aplicarla, ya que estos serán costos a enfrentar. Otro factor para asegurar el éxito del proyecto, es fortalecer la relación con el proveedor del sistema y tener en cuenta el grado de experiencia de éste con empresas similares.

Para obtener un beneficio completo, se debe ver más allá de un sistema y su utilización, ya que se trata de mejorar el desempeño mediante información propia, confiable y actualizada.

#### *2.2.12.1. Ventajas y Desventajas de los sistemas ERP*

Como se ha mencionado anteriormente, la principal ventaja de los ERP es la gestión en tiempo real de la información, una ventaja que las empresas agradecen mucho por su fuerte interacción con la logística de información y productos, la cadena de abastecimiento, estadísticas financieras, y otras áreas que utilizan información constantemente cambiante.

La correcta implementación de los ERP repercute en el aumento de productividad de todos los departamentos, así como en el mejor aprovechamiento del tiempo.

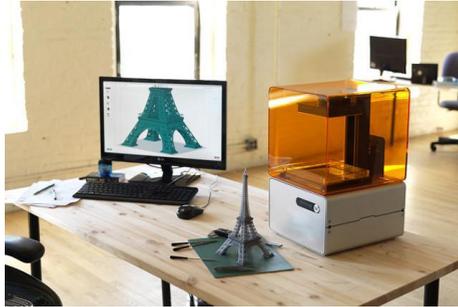
Pero, aunque los ERP puedan generar un incremento de productividad, para muchas empresas es casi imposible pagar el costo de las licencias, de la implementación y sobre todo del mantenimiento, ya que son sistemas dinámicos.

Algunas desventajas pueden ser que se necesita instruir a los trabajadores de cada módulo que se vaya a asignar, que la especialización genera un costo y tiempo necesarios para hacer un cambio en la estructura operativa y, lamentablemente, la resistencia al cambio presenta un problema muy grande en este punto.

### **2.2.13. Sistemas de prototipado rápido**

El prototipado rápido se puede definir como un conjunto de tecnologías que permiten la obtención de prototipos, machos, moldes de inyección para plásticos, electrodos de erosión y otros, en menos de 24 horas, a partir de un fichero CAD. Consecuencia de esta rapidez de respuesta es que puede reducirse drásticamente el tiempo de desarrollo de un producto.

El prototipado rápido (RP por sus siglas inglesas de *Rapid Prototipe*) da la posibilidad de efectuar, en un tiempo relativamente corto, diversas pruebas de geometrías distintas para una pieza, validar la geometría definitiva y acometer la producción en serie rápidamente, con unos costos de desarrollo lo más ajustados posibles. La complejidad de las piezas o la confidencialidad de los prototipos son también argumentos frecuentes a la hora de optar por el PR (Figura 2.38.).



Fuente: <http://www.xataka.com>, 2014

**Figura 2.38. Sistemas de PR**

Dentro de la denominación de *Prototipado rápido* no se suele incluir al Mecanizado de Alta Velocidad (MAV).

El objetivo principal del Prototipado Rápido es obtener de manera rápida, y más o menos exacta, una réplica tridimensional de los diseños que han sido generados mediante aplicaciones CAD en 3D.

Estos modelos físicos pueden ser únicamente estéticos o útiles para el estudio de formas y el análisis de la aceptación por el mercado potencial al que van dirigidos. En algunos casos, los prototipos tienen características tales que existe la posibilidad de realizar pruebas funcionales.

Estas técnicas pueden ser aplicadas a las más diversas áreas tales como automoción, aeronáutica, marketing, restauraciones, educación, medicina, arqueología, paleontología y arquitectura.

De acuerdo con la función a cumplir, se establece una clasificación de los modelos o prototipos:

Los *Modelos volumétrico-dimensionales* son una aproximación volumétrica, una caracterización formal que facilita la percepción sensorial (aspecto, peso, textura) del objeto pero que no tiene por qué ser una réplica perfecta y/o a escala del producto final, los modelos funcionales permiten la comprensión de objetos compuestos por múltiples piezas, elementos modulares, etc.

Por otro, lado los *Modelos experimentales* permiten realizar sobre ellos ensayos y pruebas. También se utilizan para la obtención de moldes, mientras que los *Modelos de fabricación* se utilizan para simular el proceso de fabricación y evidenciar posibles “cuellos de botella” o problemas que pudieran surgir durante el mismo y los *Modelos*

*ergonómicos* son aquellos que permiten conocer la interacción del objeto con el usuario.

Los *Modelos estéticos, maquetas* o *Models* son aquellos que se utilizan para dar a conocer el objeto a personas ajenas al proceso de diseño y que por lo tanto deben ser agradables a la vista, ya que contribuyen a la promoción y venta del mismo, otro tipo de modelo para la obtención de moldes prototipo o “Masters”: son aquellos que se emplean para el diseño de moldes a partir de los cuales se pueden obtener pequeñas series (10 – 15 elementos) y verificar el diseño de los mismos.

También debemos mencionar los modelos para la obtención de moldes de pre series de fabricación llamados *Patterns* estos modelos están a medio camino entre el prototipado y la producción ya que en función del material empleado se pueden obtener moldes para producir entre 100 y 10.000 piezas que permiten comprobar si el mercado acepta o no el producto antes de invertir en un molde más caro y duradero.

A continuación se tratará, de manera general, los pasos a seguir para realizar los prototipos.

El primer paso es que el diseñador define su idea y genera un modelado en 2D que luego deberá exportar a un software de modelado 3D, o bien, lo crea directamente en éste último.

El segundo, es que el modelo 3D permitirá comprobar zonas de curvatura crítica y realizar correcciones desde esta misma fase del proyecto. Además, se puede crear una representación fotorealista del producto, con sus dimensiones, volumen, texturas, etc. (*rendering*).

En tercer lugar, una vez que se aprueba el diseño exterior se procederá a comprobar el montaje y funcionamiento de las piezas que componen el producto.

El cuarto paso es el que, ya aprobado el diseño y verificado su correcto funcionamiento, los datos 3D se utilizan para la fabricación del prototipo o molde rápido.

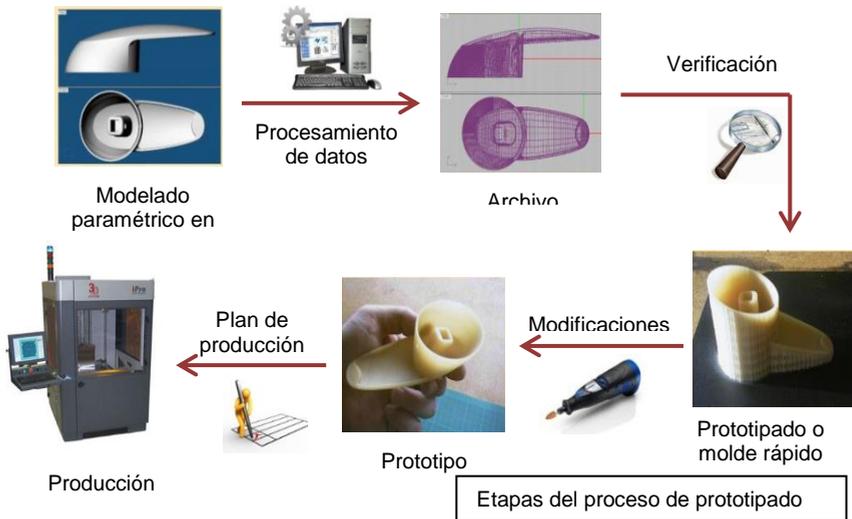
En quinto lugar, es posible introducir modificaciones para mejorar la fabricación de estas piezas y obtener el prototipo final. Por ejemplo, se puede proceder a lijar o limar asperezas superficiales producidas por el sistema de prototipado elegido.

Sexto y último paso, terminado el prototipo y verificadas las propiedades o características de interés, se procede a la generación del programa de

producción -en caso de cumplir con las expectativas- o se rediseña, en caso de no haberlo conseguido.

La mayor o menor similitud que pudiera existir entre el modelo definitivo y el obtenido mediante las técnicas de prototipado rápido dependerán básicamente del sistema utilizado para su generación y de limitaciones dimensionales, de complejidad y de postprocesos aplicados.

Bajo el nombre de prototipado rápido se agrupa una serie de tecnologías distintas de construcción de sólidos. Todas ellas parten del corte en capas horizontales paralelas de piezas representadas en CAD. Estas secciones caracterizan a todas las tecnologías de prototipado rápido, que construyen las formas sólidas a partir de la superposición de las mismas (Cuadro 2.17.).



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 2.17. Proceso de Prototipado Rápido**

En la actualidad, las tecnologías más difundidas son:

- SLA: estereolitografía
- Polimerización térmica de líquidos
- SGC: fotopolimerización por luz uv
- FDM: deposición de hilo fundido
- 2shape melting

- SPI: inyección sólida por impresión
- SLS: sinterización selectiva láser
- LOM: fabricación por corte y laminado.
- 3DP: impresión 3D
- MJM: thermojet
- BPB: fabricación mediante balística de partículas
- HIS: solidificación por interferencia HOLOGRÁFICA
- Estratoconcepción
- Prototipado virtual

En general, se reserva la fabricación de precisión a la estereolitografía y cuando se valoran en mayor medida, las prestaciones mecánicas del modelo (prototipos funcionales) se prefiere el sinterizado, que ofrece más variedad de materiales: resinas fotosensibles, materiales termofusibles, metales, cerámica, papel plastificado.

#### *2.2.13.1. Ventajas y limitaciones del prototipado*

Las ventajas que ofrece la utilización sistemática de esta tecnología, dentro del proceso global del lanzamiento de un nuevo producto, en el de modificación o la mejora de productos ya existentes; es casi todos los departamentos que, directa o indirectamente, están involucrados en él.

En principio, se dispone de una herramienta de comunicación física que no ofrece ningún tipo de duda, en consecuencia no permite interpretaciones distintas o erróneas. Permite realizar determinadas pruebas funcionales, de montajes e interferencias; facilita extraordinariamente la relación entre clientes y proveedores, como así también estimula, la aportación de mejoras, ya sea en el diseño y su funcionalidad, ya sea en el proceso productivo.

Dado que permite visualizar la pieza, se detectan en las primeras etapas de diseño los posibles errores estéticos, de concepto o de funcionalidad y se evitan incorrectas interpretaciones de los planos. Por otra parte, la compañía puede saber cuál será la acogida del producto por parte de los clientes antes de realizar una fuerte inversión a través de los estudios de mercado; mejora los procesos de fabricación, dado que permite planificarlos, y ayuda a establecer analogías entre la forma de creación del modelo y el proceso de fabricación real para introducir mejoras en éste.

La principal limitación es que los materiales con lo que se realizan los prototipos tienen unas características mecánicas que, en ocasiones, distan mucho de las de las piezas reales. Así, es frecuente que las propiedades mecánicas y las temperaturas máximas sean limitadas y los

modelos relativamente frágiles. Otras restricciones importantes son: que el tamaño de las piezas a fabricar suele ser reducidos, que los materiales son caros y que el ritmo de producción es relativamente lento.

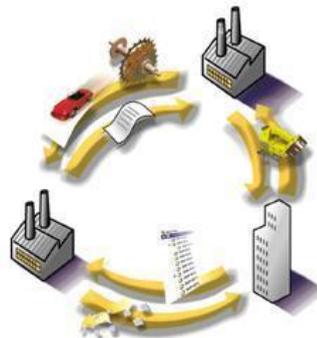
Finalmente, cabe comentar que el proceso de intercambio de la información de la geometría de la pieza, desde el programa CAD al fichero neutro STL de la máquina de prototipado rápido suele ser problemático. En este proceso, consistente en el fraccionamiento de la pieza en secciones planas (*slicing*) definidas por un conjunto de triángulos, es frecuente la aparición de errores.

### 2.2.14. Sistemas PLM

El PLM (*Product Lifecycle Management* o *Gestión del Ciclo de vida del Producto*) es una solución informática empresarial que permite implementar una estrategia de gestión de toda la información relacionada con el producto, desde la primera idea hasta su retirada del mercado. Un sistema PLM gestiona entre otras cosas: información, personas y procesos (Calvo Vergés, 2010).

#### 2.2.14.1. Concepto de PLM

Los sistemas PLM integran las islas de información existentes en las empresas provocadas por unos procesos secuenciales, fragmentados, basados en papeles y archivos desperdigados con mucha intervención manual. Sin PLM, los lanzamientos de nuevos productos son lentos, consumidores de recursos escasos, tienen poca visibilidad, y son difíciles de gestionar y controlar (Figura 2.39.).



Fuente: <http://www.eoi.es>, 2014

Figura 2.39. Sistemas PLM

Un sistema PLM administra entre otras cosas: información, personas y procesos. Son útiles para cualquier empresa, pequeña, mediana o grande, local o multinacional, de cualquier sector. Las primeras empresas en aplicar PLM, en la década de los 80, fueron las de productos discretos, en particular los fabricantes de automoción y aeronáutica. Actualmente son utilizados por empresas de todas las áreas industriales sin excepción; ha sido adoptada por los fabricantes de maquinarias y bienes de equipo, de sistemas de transporte, de todo tipo de equipos electrónicos, y de bienes de consumo duraderos.

También se utiliza para la gestión de grandes proyectos y activos como las centrales de energía, petroquímicas, infraestructuras y construcción naval. Por otra parte, las empresas de proceso han entendido las ventajas estratégicas del PLM y esto ha llevado a que hoy en día se utilice en farmacias, química fina, perfumería, industria textil y de alimentos.

#### 2.2.14.2. *Objetivos y funciones del PLM*

Un sistema PLM sirve para centralizar y organizar todos los datos del producto, gestionar formalmente los proyectos de diseño y desarrollo e integrar los procesos de diseño con los de industrialización y producción.

En virtud de esto, un PLM permite tener bajo control y optimizar todos los procesos relacionados con el diseño y lanzamiento a producción de un nuevo producto, así como los posteriores cambios durante toda su vida hasta su retiro del mercado. Contribuye a mejorar substancialmente la innovación del producto, los procesos de desarrollo y los de ingeniería y, como consecuencia, aumentar las ventas y reducir el costo.



Fuente: <http://www.arenasolutions.com>, 2014

**Figura 2.40. Complemento PLM – ERP**

Es importante entender que el PLM sirve para funciones muy diferentes del ERP (que desarrollaremos más adelante). Con el ERP se gestiona el

capital físico, “real”, esto es, activos tangibles de la empresa, mientras que el PLM gestiona el capital intelectual, “virtual”, es decir, activos intangibles. Ambos son necesarios y complementarios. Por ejemplo, con el PLM se gestionan las sucesivas versiones de las estructuras y las listas de materiales de un producto en sus fases de desarrollo, y sólo cuando éste sea liberado para producción, la estructura será transmitida al ERP, para hacer las compras y la planificación de la producción. El sistema PLM mantiene el histórico de la evolución del producto, respondiendo a las preguntas de quién, qué, cuándo, por qué, cómo; el ERP acostumbra a tener sólo la visión en un cierto instante: ahora y aquí.

Las principales funciones de un sistema PLM son:

Almacenar, organizar y proteger los datos, donde se agrupan y organizan todos los datos del producto en un servidor único; gestionar los documentos para grabar en la base de datos, lo que permite buscar y recuperarlos, crear versiones o validarlas; gestionar los cambios que permite establecer la trazabilidad de la historia de los documentos. Éstos pasarán por diferentes etapas en su ciclo de vida, tales como borrador, revisado, aprobado y obsoleto. Se guardan todas las versiones y su historial, así como los detalles de los cambios (quién, cuándo, por qué).

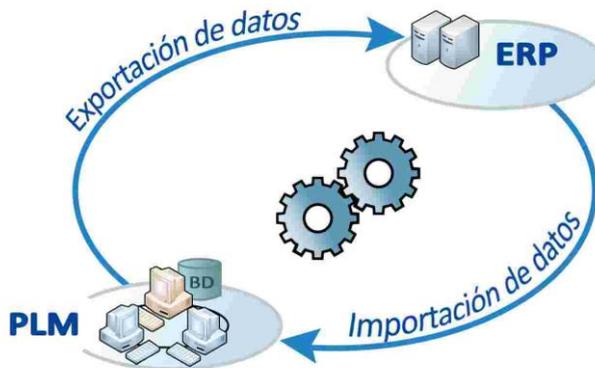
Buscar y recuperar la información es otra función del PLM, los usuarios tienen a su disposición potentes mecanismos que permiten encontrar instantáneamente cualquier documento o conjunto de los mismos. Una vez encontrado, se puede conocer y recorrer ágilmente toda la estructura documental relacionada. Por ejemplo, a partir de un plano, encontrar la pieza y, a partir de la misma, los conjuntos a los cuales pertenece.

También compartir datos con usuarios de forma controlada, lo que permite que varios usuarios puedan acceder a un mismo documento simultáneamente de manera que se evite el riesgo de sobrescribirlo.

La ejecución de procesos y flujos de trabajo (*workflows*) ayuda a ejecutar y controlar los diferentes procesos que los usuarios tienen que hacer con la información. Permiten definir fácilmente y de forma gráfica un flujo de trabajo, indicando las tareas a realizar, las personas que tienen que participar y las reglas de negocio a cumplir.

Además se pueden visualizar datos y documentos sin que el usuario tenga instalada la aplicación que se usó para crearlo. No se permite ningún tipo de manipulación, pero habitualmente disponen de funciones de comentario y de marcas para poder opinar e informar sobre el contenido.

La creación, clasificación y gestión de artículos no basta con gestionar documentos, sino que éstos han de estar relacionados con los ítems o productos físicos a los que hacen referencia. Haciendo uso de esta prestación, los usuarios crean los artículos y los vinculan con los documentos; estos se mantienen cuando el artículo se utiliza en un nuevo proyecto o estructura, de manera que la estructura documental y la de producto estarán siempre en sincronía (Cuadro 2.18.).



Fuente: <http://infoplml.blogspot.com.ar>, 2014

**Cuadro 2.18. Integración PLM - ERP**

Una vez creados los artículos, el PLM conforma la estructura del producto a diversos niveles. Después, se pueden derivar múltiples vistas adicionales: la vista de producción, la de compras, la de mantenimiento. Habitualmente se dispone de funcionalidades para comparar dos estructuras entre sí, o interrogar dónde se utiliza un determinado artículo o grupo. Esto permite valorar el impacto de un cambio de ingeniería. También se pueden generar todo tipo de informes como las listas de materiales.

Los sistemas PLM ofrecen funciones de exportación de la información generada para que sea utilizada por los otros sistemas de la empresa. La aplicación más relevante es la de transferir automáticamente los ítems, estructuras y listas de materiales al sistema de gestión a fin de hacerlas accesibles a los departamentos de compras y producción. Sin PLM, éste es un proceso sin ningún valor agregado, que habitualmente se hace de forma manual, lo que puede causar graves errores en las fases productivas posteriores

### 2.2.14.3. Características y funciones

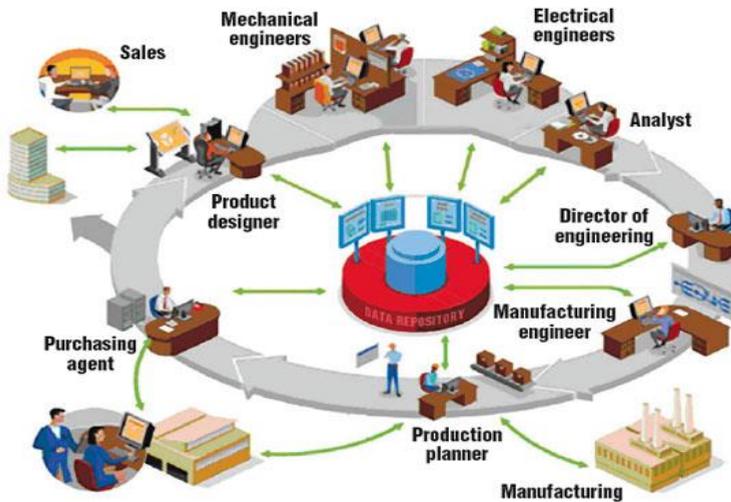
Los sistemas PLM tienen una arquitectura informática del tipo cliente-servidor, aunque en las últimas generaciones se observa una creciente presencia de arquitecturas puramente web. Las partes que componen al sistema son:

El *servidor* que opera una base de datos relacional en la que se almacena y gestiona toda la información.

Los *clientes* en el que el acceso para los usuarios al servidor se hace mediante una aplicación *cliente* instalada en los ordenadores personales. Este acceso puede hacerse tanto vía red local como remotamente vía web. En el sistema PLM se guardan automáticamente todos los archivos generados por las numerosas aplicaciones informáticas y que, de otra forma, suelen estar diseminados y desprotegidos en carpetas y discos de los diversos ordenadores y servidores. De la misma manera, cuando se quiere consultar, visualizar o recuperar cualquier información, ésta se busca en el sistema PLM.

El *hardware*, se requiere un servidor que dependerá del volumen de documentación a gestionar y del número de usuarios del sistema, pero nada especialmente diferente a otros sistemas de gestión empresarial.

En la base de datos del servidor (llamada *vault*) se archivan objetos de información de todo tipo, sin limitación. Una característica fundamental es que cada objeto de información está guardado sólo una única vez en el sistema, lo que se conoce como "dato único". Cuando este objeto tiene que formar parte de una nueva estructura, grupo o proyecto se establece un vínculo entre su ubicación lógica original y el nuevo lugar en el que se utiliza, de modo tal que nunca se duplica (Cuadro 2.19.).



Fuente: <http://www.its-works.com>, 2014

Cuadro 2.19. Características del PLM

En general se oficia información de marketing y ventas, es decir, cartera de productos, solicitudes de nuevos diseños, estudios, especificaciones, requerimientos, normativas, planificaciones de proyecto y presupuestos.

También se gestiona diseño, esto es, modelos y conjuntos 3D, planos 2D, estudios de análisis, diseños de placas y circuitos electrónicos, así como programas de automatismos y *firmware*. Del diseño se obtiene también la primera estructura de producto y las listas de materiales iniciales. Finalmente, se dispone de catálogos de componentes de proveedores, organizados en una estructura clasificada.

Otra parte es la *Ingeniería*, o sea, información relacionada con los productos físicos (materiales, productos y referencias) los cuales en el PLM se llaman *ítems*. Con un sistema PLM, la estructura del producto y los ítems que lo componen son creados por los ingenieros en el propio sistema PLM, tarea para la cual ofrece funciones especializadas. También se gestionan las distintas configuraciones de la estructura del producto, opciones y variantes, así como los resultados de análisis, simulación y validación. Habitualmente se conectan los sistemas PLM con los ERP para acelerar el lanzamiento a producción.

Se gestiona, por otra parte, producción, que incluye programas de control numérico, instrucciones de montaje y verificación; activos, máquinas y medios de producción y otros servicios como manuales de uso y mantenimiento de los productos.

Muchas de las soluciones de software se han desarrollado para organizar e integrar las diferentes fases del ciclo de vida de un producto. PLM debe ser visto como una colección de herramientas de software y métodos de trabajo integrados juntos para afrontar las etapas individuales del ciclo de vida, conectar diferentes tareas o gestionar todo el proceso.

A continuación describiremos una visión general de los campos de PLM. Cabe señalar, sin embargo, que las clasificaciones simples no siempre se ajustan exactamente, muchas áreas se superponen y muchos productos de software cubren más de un área o no encajan fácilmente en una categoría. No hay que olvidar que uno de los objetivos principales de PLM es reunir el conocimiento que puede ser reutilizado para otros proyectos y coordinar el desarrollo simultáneo de muchos productos.

- Fase 1: CONCEBIR → Imaginar, especificar, planificar, innovar

La primera etapa de la idea es la definición de sus requisitos basados en clientes, la empresa, el mercado y puntos de vista de los organismos reguladores. A partir de esta especificación de los productos principales se pueden definir parámetros técnicos. Paralelamente a la especificación de los requisitos del diseño inicial se lleva a cabo la definición de la estética del producto, junto con sus aspectos funcionales principales.

En algunos conceptos, la inversión de recursos en la investigación o de análisis de las opciones puede ser incluida en la fase de concepción, por ejemplo, llevar la tecnología a un nivel de madurez suficiente para pasar a la siguiente fase. Sin embargo, el ciclo de vida de ingeniería es iterativo. Siempre es posible que algo no funcione bien en cualquier fase, y esto es suficiente para realizar copias de seguridad en una fase anterior.

- Fase 2: DISEÑO → Describir, definir, desarrollar, probar, analizar y validar

Aquí es donde el diseño detallado y el desarrollo de la forma del producto comienzan, progresando a pruebas de prototipos, por medio del lanzamiento de un piloto completo del producto. También puede implicar el rediseño y la rampa para la mejora de los productos existentes, así como la obsolescencia planificada. La principal herramienta utilizada para el diseño y desarrollo es software CAD. Esta etapa abarca muchas disciplinas de ingeniería tales como mecánica, eléctrica, electrónica de software, etc.

Las tareas de simulación, validación y optimización se llevan a cabo utilizando software CAE que puede venir integrado en el paquete de CAD o ser independiente. Soluciones de software CAQ (Calidad Asistida por Computadora) se utilizan para tareas tales como el análisis de la tolerancia dimensional.

- Fase 3: DARSE CUENTA → Fabricar, hacer, construir, adquirir, producir, vender y entregar

Una vez que el diseño de los componentes del producto se ha completado se define el método de fabricación. Esto incluye la creación de instrucciones de mecanizado CNC de piezas del producto, así como el empleo de herramientas para la fabricación de las piezas, tales como software CAM, integrado o independiente. Esto también incluye herramientas de análisis para la simulación de procesos para operaciones como fundición, moldeo, y conformación en prensa.

Una vez que el método de fabricación se ha identificado CPM entra en juego. Se trata de CAP / CAPP, herramientas para la realización de distribución de la fábrica, planta y las instalaciones de producción y simulación. Por ejemplo: prensa-line de simulación, ergonomía e industrial, así como la gestión de herramientas de selección.

Una vez que los componentes se fabrican, su forma geométrica y tamaño pueden ser cotejados con los datos CAD originales con el uso de equipos de inspección asistida por ordenador y software. Paralelamente a las tareas de ingeniería, se llevará a cabo la configuración de ventas de productos y el trabajo de documentación de comercialización. Esto podría incluir la transferencia de los datos de ingeniería (geometría y datos de la parte de la lista) a un configurador de ventas basado en la web y otros sistemas de autoedición.

- Fase 4: SERVICIO → Utilizar, operar, mantener, apoyar, sostener, retirar, reciclar y eliminar

La fase final del ciclo de vida implica el manejo de la información de servicio. Se debe proporcionar a los clientes y técnicos de servicio la información de soporte para su reparación y mantenimiento, así como la información de gestión de residuos / reciclado. Esto implica el uso de herramientas tales como Mantenimiento, Reparación y Operaciones de Software de gestión (MRO).

Hay un final de la vida útil de cada producto. Ya se trate de eliminación o destrucción de los objetos materiales o información, esto debe tenerse en cuenta ya que puede no estar libre de ramificaciones.

#### *2.2.14.4. Innovación a partir del PLM*

Los sistemas PLM son las herramientas fundamentales que permiten a la empresa establecer y aplicar con éxito estrategias de innovación, puesto que van dirigidos a la mejora radical de los procesos que forman el desarrollo de nuevos productos y su puesta en el mercado.

Por su naturaleza, el PLM consolida y facilita el acceso al conocimiento. Toda la información de los productos y procesos queda almacenada en un sistema que está siempre a disposición de todas las personas. El PLM mejora muy notablemente la reutilización del conocimiento, ya que cuando una empresa se plantea diseñar un nuevo producto o una mejora sobre uno ya existente, tiene inmediatamente accesible todo su conocimiento en forma de archivos históricos de diseños y lecciones aprendidas.

Permite recuperar fácilmente proyectos anteriores y estudiar alternativas y evoluciones con mucha agilidad. También fomenta la reutilización de componentes y modelos ya probados, ahorrando prototipos y pruebas.

Por otra parte incrementa la colaboración, ya que permite trabajar conjunta y armónicamente sobre un mismo proyecto a todas las personas involucradas, de todos los departamentos, tanto local como lejanos y se pueden tomar decisiones más fundamentadas ya desde las primeras fases del diseño, en las que se fijan las características del producto y quedan comprometidos los costes del proyecto.

Los resultados son productos más innovadores, calidad superior, cumplimiento de normativas, el *time to market* se acorta notablemente, los costos de desarrollo se reducen e incrementan los ingresos.

#### *2.2.14.5. Clasificación de los sistemas PLM*

Hay una variedad de sistemas PLM en el mercado, los cuales se pueden agrupar y distinguir por los siguientes criterios:

##### *2.2.14.5.1. Sector de actividad de la empresa*

Productos discretos e industriales:

Incluye bienes duraderos como maquinarias, productos industriales, bienes de consumo, electromecánica y mecatrónica; electrónica de alta tecnología y semiconductores, telecomunicaciones, equipos para medicina; automoción y transporte, aeronáutica y defensa; energía, petroquímica, gas y agua; construcción naval, Infraestructuras e ingeniería civil.

Por otro lado, consumo y proceso que incluye farmacia y química fina, bienes de consumo empaquetados, alimentación y bebidas y por último debemos mencionar moda, vestir, calzado y distribución.

#### *2.2.14.5.2. Tamaño de la empresa*

Otro criterio de distinción de sistemas PLM es en cuanto al tamaño: pequeña y mediana empresa; grandes empresas y corporaciones.

#### *2.2.14.5.3. Foco en ingeniería*

PLM da excelente soporte a las necesidades de los ingenieros y participantes en los procesos de diseño y definición del producto previos al lanzamiento para producción; muy buena integración con las herramientas de CAD y de creación de información; soporte adecuado a los procesos posteriores, como así también foco en los procesos posteriores al lanzamiento para producción y en la logística de la cadena de suministro, con menor soporte a los procesos de ingeniería y de creación de información.

#### *2.2.14.6. Evaluación e implementación de un sistema PLM*

Encontrar y evaluar un sistema PLM que cubra las necesidades de una empresa a corto y largo plazo puede ser una tarea larga y compleja si no se hace con una adecuada metodología. Hay que escoger correctamente el software y la empresa que lo implante. Hacerlo bien significa obtener un rápido retorno de la inversión y elevadas ganancias durante muchos años. No conseguirlo, significará incurrir en gastos no previstos, retrasos en la implementación, insatisfacción y rechazo de los usuarios.

Para evaluar un sistema PLM se deben tener en cuenta los siguientes postulados:

##### *2.2.14.6.1. Involucrar a expertos en PLM*

Si la empresa no tiene personal con experiencia en PLM es preciso buscar un colaborador o consultor que haya hecho muchas implementaciones. Esto ayudará a que se planteen las cuestiones

adecuadas en el proceso de selección. Es aconsejable que el consultor tenga independencia de los vendedores de software y no esté condicionado por las funcionalidades de un determinado sistema.

#### 2.2.14.6.2. Aprovechar la experiencia de otras empresas

Es importante informarse lo antes posible sobre PLM, leyendo publicaciones, navegando por la web, participando en seminarios y visitando empresas que lo hayan seleccionado e implementado. Esto permitirá tomar decisiones bien fundamentadas.

#### 2.2.14.6.3. *Asegurar el soporte de la dirección y un presupuesto adecuado*

El PLM impacta sobre toda la organización y requiere un esfuerzo interno. Para garantizar los recursos necesarios es necesario que la dirección dé su soporte ejecutivo y económico desde un principio, y también que comunique abiertamente a todos la importancia de la iniciativa. Éste es un punto fundamental.

#### 2.2.14.6.4. *Disponer a las mejores personas*

El trabajo de selección sólo tendrá éxito si juntamente con el consultor participan personas internas que conozcan bien todas las áreas y procesos donde el PLM se tendrá que aplicar. Cualquier olvido tendrá después consecuencias negativas y requerirá acciones correctivas.

#### 2.2.14.6.5. *Analizar los procesos y definir los requerimientos*

No se obtendrá la máxima rentabilidad de la tecnología PLM si previamente no se optimizan los procesos relacionados. Hay que analizar todos los procesos actuales y redefinirlos en el caso de ser necesario, esto ayudará a establecer una lista detallada de requerimientos, que determinarán las especificaciones y funciones del sistema. Un PLM puede eliminar la mayoría de ineficiencias actuales en los procesos.

#### 2.2.14.6.6. *Planificar una estrategia PLM a largo plazo*

Las empresas no planifican los errores, pero los cometen si no planifican. Una estrategia PLM definirá los objetivos de la implementación y aplicación a largo plazo. También considerará qué áreas de la empresa la usarán y las necesidades a cubrir prioritariamente, así como qué se hará con el PLM respecto a lo que se hará con otras aplicaciones y cómo se deberá integrar con éstas. De

esta manera se evitará un futuro escenario negativo y todo el proceso de despliegue se llevará a cabo de forma gradual y coherente.

#### *2.2.14.6.7. Analizar el valor aportado por el PLM antes de fijar el presupuesto*

Si no se determina el valor aportado por el PLM no se puede calcular anticipadamente el retorno de la inversión. Esto puede derivar en sorpresas desagradables cuando se haga un análisis *a posteriori*. No es bueno fijar un presupuesto y después buscar una justificación, por ello, conocer el valor esperado evitará perder tiempo y dinero analizando soluciones que no encajan con las expectativas.

#### *2.2.14.6.8. Informes de avance a todos los usuarios*

Una causa de fracaso de los proyectos PLM es la insatisfacción de los usuarios. PLM significa cambio, y la gestión del cambio es importante en cualquier proyecto que tenga un impacto relevante en la organización. El cambio se gestiona mejor si se preparan las personas previamente, involucrándolas en el proceso lo antes posible, pidiéndoles cuáles son sus expectativas sobre el sistema y considerando sus opiniones. Eso facilitará la aceptación del sistema y el éxito del proyecto.

La elección de la metodología de implantación de un sistema PLM es una decisión muy importante, tanto o más que la propia elección del sistema.

La implantación de un sistema PLM requiere planificación y aplicar metodología de gestión de proyectos. No es esencialmente un proyecto informático, aunque el aspecto informático es relevante. Es necesario determinar los objetivos a alcanzar: describir las cosas “cómo son ahora”, y definir “cómo tendrán que ser” una vez que el sistema esté en producción.

También se deberá escoger cuál es el mejor momento para hacer la implantación. Las épocas de baja actividad son muy adecuadas, pues hay disponibilidad de recursos humanos.

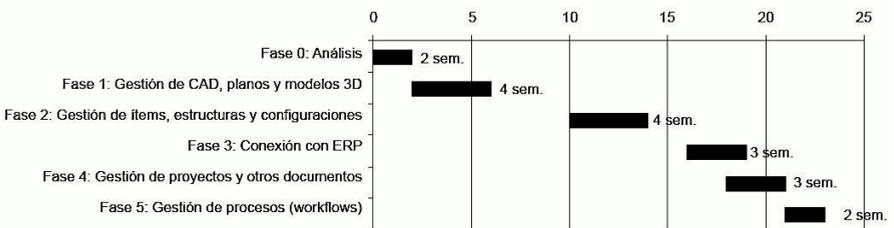
Se preparará un equipo de proyecto formado por personal interno y externo, este último del consultor de implementación. El equipo interno se formará con miembros de todos los departamentos involucrados en la futura explotación del sistema. Estas personas tendrán un buen conocimiento de los procesos y necesidades de la empresa. La elección del consultor externo es un aspecto crítico. El consultor tendrá

conocimientos contrastados de la tecnología PLM y de los procesos industriales, y deberá acreditar experiencia en implantaciones similares.

La implementación por fases de un proyecto PLM puede llegar a ser de gran alcance, según el tamaño de la empresa y las áreas de aplicación.

Es muy recomendable una implementación gradual por fases, las cuales se definirán en función de los objetivos a alcanzar (Gráfico 2.14.).

Cronograma de implantación PLM típico en una PYME



Fuente: <http://www.konotec.com>, 2014

**Gráfico 2.14. Cronograma de implantación PLM en una PyME**

Es necesario hacer una aproximación pragmática: pensar a largo plazo pero ejecutar en pequeñas fases bien controladas. Una implementación por fases minimiza los riesgos y facilita la aceptación de los usuarios. Los beneficios obtenidos en alcanzar una fase serán el impulso para desplegar la siguiente.

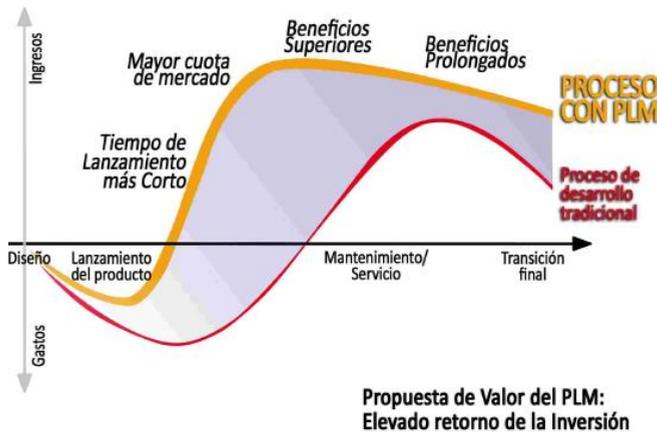
#### 2.2.14.7. Beneficios que presenta el PLM

Los beneficios del PLM para una empresa con producto propio son de un alto valor estratégico. Mencionamos los más importantes, agrupados por áreas:

##### 2.2.14.7.1. Beneficios en la ejecución del negocio

Se aumentan las oportunidades de negocio y disminuyen los costos gracias a un mejor acceso a datos coherentes, fomenta la innovación, la predictibilidad, la flexibilidad y una mejor gestión; mejora la calidad; aumenta la velocidad del negocio y la respuesta a los cambios del mercado: lanzamientos de producto y lanzamientos a producción. Por otra parte, ayuda a cumplir las normas industriales y las regulaciones

gubernamentales y mantiene la trazabilidad de las acciones (Gráfico 2.15.).



Fuente: <http://www.konotec.com>, 2014

**Gráfico 2.15. Ventajas al aplicar PLM**

El PLM permite explorar alternativas de diseño e ingeniería al principio de la vida de un producto. En las etapas iniciales hacer un cambio tiene un costo muy bajo, pero impacta decisivamente sobre los costos futuros. Hacer cambios una vez que está lanzado el producto supone costes muy elevados para la empresa y los clientes.

#### 2.2.14.7.2. Beneficios para la organización:

Se eliminan las barreras geográficas y facilita la internacionalización, ayuda a hacer cambios en la organización, facilita la subcontratación y la participación de proveedores en los procesos, fomenta que los proyectistas reutilicen componentes, diseños y procesos y consolida el conocimiento de toda la organización, tanto de datos como de procesos.

También se disminuye el riesgo de perder conocimiento cuando se marcha personal y facilita la rápida incorporación de nuevos empleados; permite el trabajo organizado y aumenta la seguridad en el acceso y protección de los datos.

2.2.14.7.3. Beneficios para los usuarios

PLM ofrece una interfaz de acceso común a todos los datos, cohesiona personas, datos y procesos, proporciona mayores recursos a los trabajadores y reduce la ejecución de tareas administrativas.

2.2.14.7.4. Beneficios para el producto o servicio

Se reducen los cementerios de piezas y recambios obsoletos, permite aumentar la complejidad del producto de forma controlada, facilita la extensión de la cartera de productos, mejora la respuesta a las solicitudes de los clientes, facilita las mejoras del producto en las primeras etapas del diseño, disminuye los errores en las configuraciones y listas de materiales, acorta los plazos de entrega y gestiona los datos del producto durante todo su ciclo de vida.

2.2.14.8. Sistemas PLM disponibles en el mercado

A continuación se muestra el Cuadro 2.20., que sintetiza y compara las distintas ofertas de soluciones PLM disponibles a fecha de hoy.

Producto	Tamaño empresa				Sector actividad			
	Fabricante	Implantaciones en Argentina	Producto para PYME	Producto para Gran Empresa	Ingeniería y Diseño	Fabricación productos industriales	Bienes de consumo y proceso	Moda, vestir, calzado, distribución
Team Center	Siemens	X		X	Sí	Sí	Sí	Sí
Team Center Express	Siemens	X	X		Sí	Sí	Sí	Sí
Enovia V6	Dassault Systèmes	X		X	Sí	Sí	Sí	Sí
Smart Team	Dassault Systèmes		X		Sí	Sí		
Windchill	PTC		X	X	Sí	Sí	Sí	Sí
Agile PLM	Oracle			X	Limitado	Sí	Sí	Sí

Continuación Cuadro 2.20.

Infor PLM Optiva	Infor			X	Limitado	Sí	Sí	Sí
SAP PLM	SAP			X	Limitado	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Cuadro 2.20. Cuadro comparativo de aplicaciones PLM**

Adicionalmente a los criterios anteriores, es importante distinguir los sistemas PLM del mercado según cuál sea su entorno de origen, ya que esto marca notablemente sus funcionalidades y modo de aplicación:

*2.2.14.8.1. Los más populares y evolucionados del mercado*

Su objetivo inicial fue solucionar la problemática de gestión de datos de diseño (PDM, Product Data Management). Con los años, han evolucionado en funcionalidad y prestaciones hasta convertirse en potentes sistemas PLM. Entre éstos se encuentran los productos Enovia Smarteam y Enovia V6 (Dassault Systèmes), Teamcenter (Siemens PLM) y Windchill (PTC). Ofrecen una funcionalidad modular y pueden crecer a medida que la empresa lo requiera. Casi todos tienen configuraciones tanto para PYME como para gran empresa. Son productos especialmente adecuados para los sectores de productos discretos y dan muy buen soporte y flexibilidad a los procesos de ingeniería. Disponen de funciones de integración con sistemas y también ofrecen módulos específicos para los sectores de consumo, proceso, moda, vestido y calzado.

*2.2.14.8.2. PLM desarrollados por los fabricantes de software de gestión ERP*

Son de aparición más reciente y se ofrecen como módulos de un sistema de gestión empresarial integrado. Entre éstos encontramos los productos SAP PLM, Oracle Agile PLM e Infor PLM. Su ventaja es la integración natural con los procesos ERP y los logísticos. Su desventaja, en general, es un limitado soporte y poca flexibilidad en el entorno de ingeniería. En general, están orientados a corporaciones y grandes empresas, y requieren un esfuerzo importante de implantación. Tienen una superior aceptación en los sectores de consumo, proceso, farmacia, alimentación, moda, vestido y calzado.

En casos de grandes empresas que requieren simultáneamente funcionalidades intensivas en ingeniería y de soporte a grandes procesos transversales es común la implantación de dos sistemas PLM interconectados y complementarios.

#### 2.2.14.8.3. Aplicaciones de gestión de los ficheros de CAD

Finalmente, algunos fabricantes de software de diseño CAD 3D de gama media ofrecen también aplicaciones de gestión de los ficheros de CAD, en algunos casos incluidos sin costo adicional en el mismo software de CAD. No se pueden considerar propiamente aplicaciones PLM, debido a que ofrecen una funcionalidad muy limitada o nula en la gestión de ítems, estructuras y listas de materiales, en los *workflows* y en las capacidades de integración con otros sistemas. Entre estos sistemas se encuentran: Vault y ProductStream (Autodesk), Insight (Siemens PLM), PDM Works y PDM Works Enterprise (Dassault).

Estos productos pueden ser una buena alternativa en organizaciones muy pequeñas y con un proceso de producción sencillo. También pueden servir para dar los primeros pasos en la gestión de datos técnicos, aunque una vez llegado a su límite no ofrecen manera fácil de crecer ni de migrar los datos a sistemas PLM.

Atendiendo a otras clasificaciones según el mercado también podemos categorizar los PLM en:

Empresas que diseñan herramientas PLM: Agile Software, Arena Solutions, Autodesk, Datastay Corp., Dassault Systemes, Lascom Advitium, MatrixOne, Omnify Software, Oracle Corporation, PTC, Prodika, SAP , Selerant, Strategic Enterprise AG, Sopheon Coporation, SSA Global, UGS, Saperion, MSC Software.

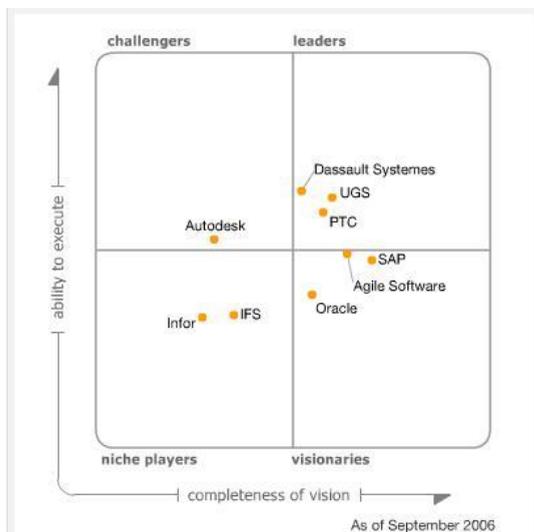
Empresas que proporcionan productos y servicios PLM. Empresas especializadas en encontrar, evaluar, implementar y desarrollar prácticas, procesos y tecnologías PLM apropiadas: Geometric Software.

Empresas que proporcionan servicios de *consulting* y *outsourcing* (no solo para PLM): Accenture, EDS, IBM, Meta Fore, Thales Group, CIMdata.

De todos modos, como en otras áreas de los sistemas de información, últimamente han aparecido soluciones *open source* que apuntan al mercado de las empresas pequeñas y medianas y cuyo beneficio surge de los servicios de *consulting* y *outsourcing*. Entre las diferentes empresas podemos citar las siguientes: Openplm, Rapidtransform, Project-open.

Y finalmente, tomando como fuente de información importantes estudios realizados por consultorías especialistas en el sector de IT, como son los realizados por Gartner (Gartner Research, 2006) o IDC (IDC Manufacturing Insights, 2011), a continuación se revisarán las herramientas para la gestión de ciclos de vida de productos más destacadas.

Gartner (Gartner Research, 2006) ha evaluado proveedores de soluciones de PLM, a través de una serie de criterios como producto, la comprensión del mercado, la experiencia de cliente, la estrategia de producto, el modelo de negocio o la viabilidad de la empresa. En base a esto, utilizada como herramienta de análisis el denominado “Cuadrante Mágico de Gartner”.



Fuente: Gartner Research <http://www.gartner.com>, 2006

Gráfico 2.16. Cuadrante Mágico de Gartner

La definición de cada cuadrante corresponde a:

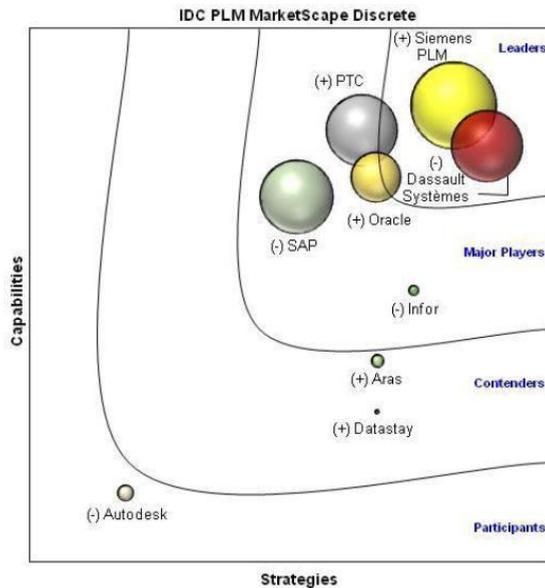
**Leaders:** empresas bien establecidas en el sector, que ofrecen un producto superior, y con una cartera de clientes muy amplia.

**Challengers:** empresas que ofrecen soluciones de alta calidad, y que en un futuro deberán pasar al cuadrante de líderes, pero que no lo han hecho aún, pues les falta un punto de innovación, de estrategia de marketing o de funcionalidades.

*Visionaries*: demuestran un gran conocimiento de las tendencias presentes y futuras en esta área, aunque no han demostrado aun la capacidad de llegar al mercado de los *challengers*.

*Niche Players*: empresas que, aunque ofrecen productos sólidos y de alta calidad, carecen de una estrategia definida a largo plazo, tanto en marketing como en innovación, y no han demostrado todavía una ventaja competitiva clara respecto a sus competidores.

Otras fuentes como IDC (IDC Manufacturing Insights, 2011) también posicionan los distintos PLM existentes en el mercado:



Fuente: IDC Manufacturing Insights, 2011

Gráfico 2.17. Posicionamiento de los distintos PLM en el mercado

.A continuación aportamos información sobre los sistemas PLM más conocidos:

- SIEMENS: TEAMCENTER

Siemens PLM Software, unidad de negocio de *Siemens Industry Automation Division*, con sede central en Texas (Estados Unidos). Es el

principal proveedor mundial de programas de software y servicios para la gestión del ciclo de vida de productos (PLM). Ha distribuido cerca de 6 millones de licencias y cuenta con 56.000 clientes en todo el mundo.

Siemens PLM Software dispone de una amplia cartera escalable de soluciones para grandes y medianas empresas, ofreciendo también soluciones específicas creadas a partir de su plataforma PLM, listas para usar para una amplia variedad de sectores entre los que destacan: sector aeroespacial y defensa, automoción y transporte, productos de consumo, gobierno, educación y servicios, alta tecnología y electrónica, maquinaria y productos industriales.

La solución PLM que ofrece Siemens se denomina Teamcenter. Su funcionalidad incluye:

- Gestión de la lista de materiales
- Colaboración en comunidad
- Gestión de conformidad
- Gestión de procesos de ingeniería
- Gestión del conocimiento empresarial
- Visualización del ciclo de vida
- Gestión del proceso de fabricación
- Mantenimiento, reparación y revisión
- Gestión de procesos de Mecatrónica
- Gestión de portfolio de productos, programas y proyectos
- Análisis y elaboración de informes
- Gestión de procesos de simulación
- Gestión de las relaciones con proveedores
- Gestión de requisitos

Siemens PLM también ofrece la opción de adquirir Teamcenter en su versión Teamcenter Express, que está dirigido en este caso a la gestión de las tareas y procesos cotidianos de ingeniería de las pequeñas y medianas empresas de fabricación, cuyos requisitos de PLM están emergiendo y que desean establecer un entorno digital que pueda evolucionar a medida que crecen. Se caracteriza por ofrecer un entorno preconfigurado, aunque ampliable, lo cual reduce el coste de propiedad del producto.

En cualquier caso, sus soluciones ofrecen integración con los sistemas CAD: Catia, AutoCAD, Autodesk Inventor, ProEngineer / Wildfire, SolidWorks, I-deas NX, NX y Solid Edge.

La mayor parte de los ingresos proporcionados por Teamcenter, provienen de industrias tales como las del automóvil, electrónica

industrial, aeroespacial, nuclear, médica, empaquetado, bienes de consumo y equipamiento para las industrias.

Ejemplos de clientes que han implantado la solución de Siemens son: Anheuser-Busch, Alcatel, Boeing, Canon, Caterpillar, Dyson, Emerson, Ericsson, Ford, GM, Mazda Motor Company, Michelin, NASA Jet Propulsion Laboratory, Pratt & Whitney, P&G, Razor USA LLC, Samsung, TRW, Lockheed Martin (Joint Strike Fighter Project), Volkswagen AG y Volvo.

Las alianzas y socios estratégicos de Siemens en este negocio son los siguientes:

- *divulgativa PLM*

Canales de venta: unos 400 distribuidores venden la gama completa de producto del Siemens PLM en el mercado de pequeñas y medianas empresas.

Consultoras de integración de sistemas: incluyen 12 socios globales (Accenture, Capgemini, CSC, EDS, HP, IBM, Siemens SIS, PRTM, TCS (Tata), Infosys, Satyam and Wipro) , Microsoft, Samsung SDS, LG CNS, Synapsis Technologies, T-Systems.

Socios tecnológicos y de software: se incluyen Microsoft, HP, Sun, Intel, AMD, Dell, Adobe, MAYA, BCT, Tesis and TCS.

- PTC: WINDCHILL

Fundada en 1985, Parametric Technology Corporation (PTC) desarrolla, comercializa y da soporte en soluciones de software de gestión PLM. PTC tiene su sede en Massachusetts (Estados Unidos).

La solución PLM de PTC es Windchill. Su visión del PLM consiste en dar soluciones lo más especializadas posible dependiendo del sector en el que opere la empresa. Son conscientes de la especialización creciente y tratan que su producto se lo más personalizable posible.

Windchill es un conjunto integral de soluciones que dan respuesta a las necesidades de desarrollo de productos:

- ProductView™: Software de colaboración visual
- CoCreate®: Software de modelado CAD explícito, PDM y colaboración
- Pro/ENGINEER®: Software CAD/CAM/CAE 3D integrado
- Windchill®: Software de gestión de contenido y procesos

Arbortext®: Software de entrega de información del producto

Mathcad®: Software de cálculos de ingeniería

Sus soluciones ofrecen integración de CAD mecánico como AutoCAD, CADDs, CATIA, CoCreate, Drafting, I-deas TDM, Inventor, SolidWorks y UG-NX. En cuanto a las integraciones de CAD eléctrico con Winchill, destacan: Cadence, Mentor Graphics, Pro/ENGINEER Routed Systems Designer.

Los principales mercados a los que está enfocada esta solución son: aeroespacial y defensa, aerolíneas, automoción, electrónica y alta tecnología, productos industriales, gobiernos civiles y federales, calzado, venta al por menor y ropa y calzado.

Algunos de sus clientes son: Airbus, Audi, BAE Systems, Boeing, Bose, Braun, Corning, Dana Corp., Dell, EMC, Fiat, Hewlett-Packard, Hitachi, HP, Hyundai, Ingersoll-Rand, Intel, ITT, Lockheed Martin, NASA, Omron, Playtex, Raytheon, Samsung, Seiko Epson, Team Industries, Toshiba, Toyota, TRW, U.S.Army, Volkswagen.

Entre sus alianzas estratégicas, están incluidas: Accenture, Convera, Deloitte Consulting, Groove, HP, KPMG, Oracle, Siebel, Syntegra, TIBCO, entre otras.

- *DASSAULT SYSTEMES: ENOVIA VPLM / ENOVIA SMARTEAM*

El Grupo Dassault Systèmes (DS), con sede central en Francia, comenzó desarrollando software CAD en 1981. DS desarrolla y comercializa software de aplicación de PLM y ofrece servicios de apoyo a los procesos industriales y proporcionan una visión 3D del ciclo de vida del producto.

La serie de soluciones PLM de DS se compone de cuatro marcas: CATIA, DELMIA, ENOVIA y SIMULIA. Utilizadas por separado o en conjunto, esas aplicaciones se centran en productos, procesos y recursos en un entorno 3D impulsado por una plataforma de desarrollo abierta.

- CATIA: para el diseño de producto.
- DELMIA: para la producción virtual (planificar, crear, supervisar y control de los procesos de producción y mantenimiento)
- SIMULIA: ofrece funciones de simulación realista para ingenieros y científicos para centrarse en el rendimiento del producto y reducir el número de prototipos físicos.

- ENOVIA: para un entorno de colaboración global del ciclo de vida de producto. Se puede decir que ENOVIA ofrece 2 tipos de productos:
  - ENOVIA VPLM: para la gestión de productos complejos, recursos y procesos de fabricación en medianas y grandes empresas.
  - ENOVIA SmarTeam: para diseño de procesos de negocios y desarrollo de productos en colaboración dirigido a pequeñas y medias organizaciones.

ENOVIA es una solución PLM que ofrece una arquitectura SOA (orientada a los servicios) destinada a impulsar la innovación colaborativa en el ámbito de la producción. La versión más reciente ENOVIA V6, posibilita el uso de PLM 2.0, el entorno colaborativo en línea que involucra a creadores, colaboradores y consumidores en el ciclo de vida del producto.

ENOVIA SmarTeam fomenta un enfoque basado en roles en su oferta para facilitar la expansión modular de la solución. Ofrece una instalación simplificada en todos los productos de cliente, soluciones de negocio y visualizadores, con lo que se consigue agilizar la implantación y reducir costos.

En su oferta DASSAULT SYSTEMES comprende componentes visuales y sus respectivas certificaciones en infraestructura y aplicaciones CAD como CATIA, SolidWorks, AutoCAD, Autodesk Inventor y Solid Edge. Entre sus principales funcionalidades se incluyen:

- Gestión documental
- Integración con sistemas de CAD
- Gestión de la Configuración del Proyecto
- Integración con Sistemas ERP
- Gestión de otros Datos
- Gestión de los Cambios y Modificaciones
- Gestión de Procesos
- Gestión de la Calidad
- Acceso a los Datos
- Entorno de Seguridad
- Gestión de Proyectos
- Gestión de la Colaboración
- Gestión del Histórico

Los principales mercados en los que está enfocado el software son: aeroespacial, construcción y arquitectura, automoción, bienes de consumo, alta tecnología, equipamiento industrial, ciencias de la vida, energético, naval y de servicios.

Dassault Systemes tiene unos 100.000 clientes, como por ejemplo: Adidas, Agilent Technologies, Aisin Seiko Co., Alstom Power, BMW, Boeing, Bombardier, Claas, Clarion, Coca-Cola, General Motors, Gehry Partners, Goodyear, Guess, Hitachi, Honda, Michelin, MitsubishiMotors, Nokia, Philips, Pioneer, Renault, Samsonite, Sony Ericsson, Tata Motors, Toyota Motor, Volkswagen Group, Volvo Group, etc.

Algunos de sus socios incluyen: 3DConnection, Advanced Micro Devices, Dell, Fujitsu Siemens Computers, HP, IBM, Intel, Microsoft, Silicon Graphics and Sun.

- *ORACLE: AGILE PLM*

Fundada en 1977, Oracle Corporation (NASDAQ: ORCL) proporciona herramientas de software para la administración de la información junto con la consultoría relacionados, educación y servicios de apoyo, en más de 145 países de todo el mundo. Su sede central se encuentra en Redwood Shores, California (Estados Unidos).

La solución PLM ofrecida por Oracle se denomina Agile Product Lifecycle Management (PLM). Está enfocada a ayudar a las empresas a administrar la información, los procesos y las decisiones acerca de sus productos en todo el ciclo de vida del producto. Las principales funcionalidades que ofrece la plataforma son:

- Agile Product Collaboration for Midsized Companies
- Agile Engineering Collaboration
- Agile Formulation and Compliance for Process (PDF)
- Agile New Product Development and Introduction for Process (PDF)
- Agile Product Collaboration (PDF)
- Agile Product Cost Management (PDF)
- Agile Product Data Management for Process (PDF)
- Agile Product Governance and Compliance (PDF) (PDF)
- Agile Product Portfolio Management (PDF)
- Agile Product Quality Management (PDF)
- Agile Product Supplier Collaboration for Process (PDF)

Ofrece integraciones con herramienta CAD como SolidWorks, Pro/ENGINEER o AutoCAD.

- *AUTODESK: AUTODESK VAULT*

Autodesk aporta un enfoque práctico de la gestión de datos de la organización. Ofrece amplias posibilidades de personalización y permite realizar una implantación incremental para ir solucionando los problemas uno por uno según las necesidades de cada empresa.

Autodesk ofrece la solución Autodesk Vault, que es un software de gestión de datos que almacena y administra la información de ingeniería, los datos de diseño y los documentos de manera centralizada, reduciendo así los errores y promoviendo la reutilización del diseño sin necesidad de procesos manuales basados en papel.

Se integra con todas las aplicaciones CAD de diseño para fabricación de Autodesk (Autodesk Inventor Series, Autodesk Inventor Professional, AutoCAD Mechanical y AutoCAD Electrical) y captura automáticamente todos los atributos complejos de un diseño, como pudiera ser un ensamblaje. Se ofrecen en 3 formatos comerciales:

- Autodesk Vault Workgroup: facilita la creación y el intercambio de información de diseño de los prototipos digitales entre los grupos de trabajo. Proporciona funciones de gestión de datos, búsqueda y reutilización de información y control de revisiones.
- Autodesk Vault Collaboration. Incluye toda la funcionalidad de Autodesk Vault Workgroup, junto con herramientas avanzadas para gestionar grupos de trabajo grandes. Ayuda a conectar los equipos repartidos en múltiples ubicaciones, a compartir los datos de diseño con otros usuarios, a analizar y representar gráficamente los datos de diseño, y a automatizar las tareas en el servidor para aumentar la eficiencia del flujo de trabajo.
- Autodesk Vault Manufacturing (antes denominado Autodesk Productstream) es el producto de gestión de datos más completo de Autodesk. Incluye toda la funcionalidad de Autodesk Vault Collaboration, junto con funciones de seguimiento de las órdenes de modificación de ingeniería (ECO), gestión de listas de materiales e intercambio de información con otros sistemas empresariales.

Como principales funcionalidades de sus soluciones están: la gestión del trabajo en curso, la gestión de aprobación y la gestión de cambios de ingeniería y colaboración.

El esquema de trabajo a través de las soluciones de Autodesk se puede esquematizar de la siguiente manera; el diseño del producto puede empezar con las herramientas de diseño 3D de Autodesk Inventor Series. Conforme se refina el modelo del producto, los datos de trabajo en curso pueden capturarse en Autodesk Vault. Tras la aprobación del diseño, los equipos de compras y fabricación reciben notificación de las actualizaciones mediante Productstream, y los cambios se perpetúan

automáticamente en el diseño del producto para una adquisición precisa de suministros, la actualización del material promocional de ventas, etc.

- *SAP: SAP PLM*

SAP fue fundada en 1972, siendo su primer producto un software de contabilidad financiera. La empresa creció inicialmente en torno a ERP y consolidó su liderazgo en el mercado en los años 1990. A partir de ahí, SAP se expandió a un conjunto mucho más amplio de aplicaciones para otras funciones en la empresa: gestión de relaciones con clientes (CRM), gestión de la cadena de suministro (SCM), gestión de productos de ciclo de vida (PLM), gestión de proveedores y de relación (SRM).

SAP dispone de la solución SAP PLM, que ofrece un conjunto de funcionalidades encaminadas a conseguir la gestión integrada de los productos y activos. Las funcionalidades esenciales del producto PLM de SAP son:

- Gestión de proyectos de desarrollo
- Administración de documentos y actas de proyectos
- Lista maestra de piezas y listas de materiales
- Clasificación
- Modificaciones integradas y gestión de versiones
- Configuración de variantes
- Cálculos anexos al desarrollo
- Plataforma de intercambio de datos

Permite administración de planos y modelos CAD para los sistemas CAD más habituales: SolidWorks, SolidEdge, Inventor, Pro/Engineer y CATIA.

Se realizó una revisión bibliográfica tomando como ejes las tecnologías que impactan en el ciclo de vida del producto y en el Cuadro 2.21. siguiente se resumen los factores analizados desde el punto de vista tecnológico:

Factores Tecnológicos	Proceso de diseño
	Sistemas CAD.
	Ecodiseño
	Sistemas CAM
	Nesting (anidado)
	Sistemas WOP
	Sistemas CAE.

## Continuación Cuadro 2.21.

	Sistemas CIM.
	Sistemas CAPP.
	Sistemas PDM
	Sistemas MRP
	Sistemas ERP
	Sistemas de Prototípico Rapido
	Sistemas PLM

Fuente: Elaboración Propia, 2015

**Cuadro 2.21. Factores tecnológicos**

A continuación procederemos al análisis correspondiente mediante el uso de encuestas donde se valoraran los constructos detectados anteriormente en los factores empresariales y tecnológicos en las empresas PyMEs de la región centro de Argentina.

Por tal motivo y de acuerdo a los análisis exploratorios aplicados a los datos recolectados para cada uno de los constructos, evaluaremos en forma estadística las empresas de la muestra, a los efectos de predecir el impacto que generan estas tecnologías en la gestión del ciclo de vida del producto.

# MATERIAL Y MÉTODOS

En este capítulo desarrollaremos, en primer lugar, los contenidos relacionados con el diseño de la investigación, en sus fases exploratorias y descriptivas, y se describen las características de las fuentes de datos y el procedimiento seguido para su recolección.

Posteriormente presentamos los instrumentos utilizados para la captura de datos, y los procedimientos y análisis estadísticos aplicados para evaluar su confiabilidad.

Por último describimos los análisis aplicados a los datos recolectados para cada uno de los constructos, especificando las particularidades y especificidades de su aplicación en esta investigación.

## 3.1. Diseño de investigación

Establecimos el diseño de la presente investigación a partir de los criterios del nivel de conocimiento (tipo de investigación) que se desea obtener del estudio del fenómeno y del método de estudio de las variables.

Realizamos una investigación por literatura, con el objeto de detectar la información relativa al estudio existente.

Mediante la realización de un *Focus group* hemos determinado los puntos clave de la investigación. Incidiendo en ellos hemos realizado un pase de encuesta a empresas de la Región Centro de Argentina,

confeccionando un Mapa de Valor para la medición cualitativa y cuantitativa de las variables. Con ello, generamos un método para la valoración comparativa de la situación de cada empresa estudiada, modelo aplicable en cualquier territorio.

### **3.1.1. Con relación al nivel de conocimiento esperado**

En la literatura existen diferentes clasificaciones de los tipos de investigación; según Hernandez, S. y otros (Hernandez, S, R., Fernández C., C. y Baptista L., P., 1997), los dividen en: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos.

“Esta clasificación es muy importante, debido a que según el tipo de estudio que se trate varía la estrategia de investigación. El diseño, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos en estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. En la práctica, cualquier estudio puede incluir elementos de más de una de estas cuatro clases de investigación”. (Hernández et al. 1997).

Esta investigación en una primera fase es exploratoria, como explica Hernández et al. (1997), porque usualmente los estudios exploratorios se efectúan cuando se determina que hay aspectos de problema de estudio poco trabajados y se realizan para “preparar terreno” para el desarrollo de otros tipos de investigación. Los estudios exploratorios “sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real”.

En este sentido, consideramos esta investigación exploratoria, porque se buscamos conocer con mayor profundidad a los sistemas de gestión de ciclo de vida de los productos y el grado de impacto que ellos producen en su aplicación teniendo en cuenta un Mapa de Valor donde las variables fundamentales son: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*, aplicando el enfoque de sistemas como articulador en esta relación.

La segunda fase de la investigación es del tipo descriptiva no casual, porque lo que se busca es describir el fenómeno, como detalla Mejía (Mejía M., 2005) “las investigaciones descriptivas son las que pretenden decir cómo es la realidad”. Y se denomina no causal porque no se busca establecer las causas de los fenómenos descritos; en este sentido, Sabino afirma, acerca de la investigación descriptiva que:

“... la preocupación primordial radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes.” (Sabino, 1978).

En esta fase el estudio se enfocó en identificar y describir las características de los sistemas de gestión del ciclo de vida de productos, sus aportes de mejoras según los procesos y establecer un vínculo entre estos y las variables de crecimiento, rentabilidad y posicionamiento.

### **3.1.2. Con relación al método de estudio de las variables**

De acuerdo con Mejía (Mejía M., 2005), a partir del método de estudio de las variables, una investigación puede ser del tipo cualitativo y/o cuantitativo; en este estudio se asumen procedimientos de análisis de las variables propias de cada uno de estos dos tipos.

El estudio en su aspecto cualitativo utiliza las técnicas de contenido (Sabino, 1978) y *Focus group*. Inicialmente abordamos el análisis de la literatura, desde el cual identificamos los factores clave que direccionan la investigación y establecemos un planteamiento conceptual (como base para la evaluación de hipótesis); también este análisis fue la plataforma desde la cual determinamos las técnicas e instrumentos para la obtención de datos primarios.

Implementamos el *Focus group*, como contraste de los resultados del análisis anterior, lo cual permitió ajustar el planteamiento conceptual, determinar (y delimitar) las variables del estudio; complementariamente realizamos una prueba piloto y la evaluación del instrumento de recolección de información.

En el análisis cualitativo, empleamos datos secundarios extraídos de fuentes primarias (tesis doctorales y actas de congresos) y secundarias (libros, revistas científicas arbitradas), con los cuales construimos el estado del arte y la propuesta conceptual, la cual fue posteriormente desarrollada en el *Focus group*.

En el estudio del componente cuantitativo, implementamos una consulta a cinco expertos (n=5) en diseño y gestión correspondientes a 5 países. Solicitamos su opinión sobre cuáles serían las preguntas a realizar a la dirección de las empresas con el objeto de determinar las oportunidades

de mejora por medio de un mapa de valor de cada empresa con respecto a *Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento*.

Para el análisis de los datos, aplicamos el análisis descriptivo considerando frecuencia (media aritmética  $\bar{X}$ ) y representación gráfica de los resultados. Utilizaremos, principalmente, diagramas polares con objeto de realizar el análisis comparativo y cualitativo de los resultados.

En este análisis cuantitativo, únicamente empleamos datos primarios obtenidos mediante la encuesta a empresas (Cuadro 3.1.).

Nivel de conocimiento esperado	Método de estudio de las variables	Tipo de Datos	Fuente de datos	Herramientas	Análisis
Exploratoria	Cualitativo	Secundarios	Primarias y secundarias	Revisión de literatura	Consulta en bases de datos de revistas y publicaciones académicas
					Consulta en repositorios digitales de tesis y disertaciones
					Consulta en plataformas y bibliotecas digitales <i>Open Access</i>
				Focus group	Análisis de contenidos
Descriptiva	Cuantitativo	Primarios	Primarias	Encuestas a empresas	Frecuencia
					Media aritmética $\bar{X}$

Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 3.1. Esquema del diseño de la investigación**

El cuadro anterior muestra los distintos tipos de análisis en función del conocimiento esperado, según el método de estudio de las variables y tipos de datos.

## 3.2. Fase de estudio exploratorio

Para el estudio exploratorio realizamos una revisión de la literatura, apoyados en la consulta en base de datos, revistas, repositorios digitales, bibliotecas digitales como así también la técnica de *Focus group* que centra su atención en la pluralidad de respuestas obtenidas de un grupo de personas.

### 3.2.1. Revisión de la literatura

En el marco conceptual en el cual se desarrolla la investigación, establecimos el estudio de los sistemas PLM y sus oportunidades de mejoras que ofrecen según la estrategia de valor de empresa, basada en la variables de *Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento*; en este sentido, la revisión de la literatura dentro de la fase exploratoria, permite detallar el marco teórico e identificar las principales vertientes científicas que han estudiado el problema. Las herramientas utilizadas en el proceso de revisión literaria fueron:

- a. Fuentes de información online relacionadas con la temática en estudio
- b. Bases de datos de revistas y publicaciones académicas; repositorios digitales de tesis y disertaciones, plataformas institucionales y bibliotecas digitales *Open Access*.
- c. Utilización de los siguientes términos (en idioma inglés, español y portugués) *PLM, ciclo de vida del producto, desarrollo de producto, mapa de procesos, mapa de valor*, en las búsquedas y consultas
- d. Activación de la herramienta *Alertas de Google*, para hacer el seguimiento a las nuevas publicaciones de documentos
- e. Aplicación de la herramienta *Citation graph* de la plataforma *Academic Search de Microsoft*, para identificar a los principales autores.

### 3.2.2 Focus Group

Como complemento de la fase exploratoria de esta investigación, se estableció la aplicación de la técnica del *Focus group*, puesto que, como expone Hernández:

“... centra su atención en la pluralidad de respuestas obtenidas de un grupo de personas, y es definida como una técnica de la investigación cualitativa cuyo objetivo es la obtención de datos por medio de la percepción, los sentimientos, las actitudes y las opiniones de grupos de personas” (Hernández S., 2008)

Asimismo, Hernández (Hernández S., 2008) afirma que tiene predominantemente una finalidad práctica que busca recopilar la mayor cantidad de información posible sobre un tema definido. (Calder, 1977), clasifica tres enfoques diferentes para los *Focus group*: el *exploratorio*, el *clínico* y el *fenomenológico*. Señala, además, que es apropiado usar el enfoque *exploratorio* en previsión de la investigación científica cuantitativa, porque su objetivo es estimular el pensamiento de los investigadores, con la intención de generar u operacionalizar constructos de segundo grado y las hipótesis científicas.

En este sentido, Fernández y De La Fuente (Fernández, I. y De La Fuente, D., 2005) afirman que esta técnica se caracteriza por proporcionar un método de exploración, que permite a los participantes expresar sus preocupaciones y/u opiniones dentro de un contexto que es útil para la comunidad científica.

Desde el diseño de la investigación establecimos la adopción de la técnica del *Focus group*, como contraste de los resultados del análisis anterior, para consolidar el planteamiento conceptual y las variables del estudio; también buscamos probar y evaluar el instrumento de recolección de información. Con estos preceptos, siguiendo los criterios de Hernández (Hernández S., 2008), quien explica que para su operatividad el “número de integrantes debe ser limitado a entre 4 y 12 personas”, constituimos un panel de 5 investigadores académicos; los expertos académicos son de 3 países, con una media de 20 años de experiencia en investigación y docencia en sus respectivos países. El cuadro 3.2. describe sus características.

	País	Perfil del investigador	Áreas de interés
1	España	Profesor / Consultor de procesos	Consultor de procesos
2	España	Profesor, Doctor de Diseño y Gestión de Nuevos Productos	Diseño de productos
3	España	Profesor de Diseño y gestión	Diseño y gestión de nuevos productos
4	Colombia	Profesor, Doctor de Diseño y Gestión de Proyectos Industriales	Diseño de productos, diseño de sistemas de producción.
5	Argentina	Profesor /Consultor de Proceso	Consultor de procesos/calidad/organización industrial.

Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 3.2. Perfil de los participantes Focus Group**

Mediante el *Focus Group* detectamos las variables fundamentales, denominadas a partir de ahora Constructos: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*. A partir de confeccionamos un Mapa de Valor, en formato de encuesta, con objeto de ponderar dichos constructos.

Como consecuencia del *Focus Group*, llegamos a la conclusión de medir el grado de importancia en relación con: *facturación*, *cantidad de empleados* y *relación de personal técnico en función de la cantidad de empleados totales*, a los efectos de contrastar el valor de esta información con los resultados obtenidos en la encuesta y su posible validación con los resultados de la aplicación del modelo.

### **3.2.3. Entrevista**

Mediante una encuesta a empresas metalúrgicas de la Región Centro, tomamos una muestra representativa de las empresas, indagando sobre la estrategia de valor de las mismas. Elaboramos un Mapa de valor, considerando los constructos: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* con objeto de predecir, a partir de estos datos, el grado de impacto en la aplicación de las tecnologías PLM.

Las condiciones imperantes en las economías contemporáneas perfilan la gestión del conocimiento como elemento estratégico que permite una mejor competitividad de las empresas a través de la implementación de sistemas PLM. Por tal razón, esta investigación busca contribuir, aunque sea de forma mínima, al entendimiento de las PyMEs en países con economías emergentes.

En este sentido, son importantes los aportes que desde el enfoque de competitividad sistémica se pueden obtener en el mejoramiento de dichas organizaciones.

Partimos de una hipótesis que sostiene que las PyMEs Metalúrgicas presentan un desarrollo por generaciones en el que, a medida que se intensifica la aplicación integrada de conocimiento y tecnología, el manejo gerencial se vuelve deficiente.

Esto sucede, debido a que los conocimientos, las habilidades y las herramientas que el emprendedor utilizó cuando comenzó la fabricación de sus primeros productos no son los mismos que necesita para ser empresario y, normalmente, es el mismo emprendedor el que lidera el proyecto empresarial sin contar con las herramientas ni con los conocimientos sobre gestión.

A fin de alcanzar el objetivo propuesto, primero realizamos un análisis conceptual de las empresas metalúrgicas y del enfoque de competitividad sistémica.

Posteriormente consideramos pertinente tomar los resultados en cuanto a las variables de crecimiento, rentabilidad y posicionamiento de treinta de las empresas del sector metalúrgico analizadas.

Por último, buscamos el respaldo y apoyo institucional que diera concepto favorable a la investigación, a través de la Asociación de Industriales Metalúrgicos (ADIMRA), y su director ejecutivo, el Licenciado Fernando Grasso, del Departamento de Estudios Económicos de ADIMRA, que contribuyó suministrando información del sector de las empresas PyMEs .

De igual forma, la ingeniera Mari Borghi, directora del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Fundación CIDETER de Las Parejas (Santa Fe) quien orientó la elección de las empresas de acuerdo con su conocimiento del sector y los criterios de disponibilidad de información, concientización de la importancia de la competitividad, nivel de desarrollo, ubicación geográfica y tamaño.

#### **3.2.4. Encuesta**

Para la recolección de información utilizamos los formatos de *Diagnóstico empresarial* y *Diagnóstico tecnológico*, elaborados y depurados a través de diferentes investigaciones con referentes más importantes a nivel internacional en cuanto a conocimiento de Sistemas PLM.

Los resultados obtenidos por cada una de las empresas son recogidos y presentados en gráficos polares, la evaluación, pertinencia e impacto del diagnóstico y las estrategias. Hicimos, a través de la consulta a los gerentes de las empresas seleccionadas, a los representantes del sector y a diferentes profesionales que trabajan campos afines.

La población objeto de estudio está constituida por un clúster tecnológico de 233 empresas, de las cuales elegimos las 30 más representativas según la opinión de los responsables de ADIMRA y CIDETER.

La modalidad de la encuesta consistió en el envío de la misma por email y luego el encuestador se acercaba a la empresa para completar el formulario en forma conjunta. En algunos casos donde se conocían los

gerentes de las empresas se enviaba por email y ellos devolvían la misma completa.

La encuesta fue realizada en 30 empresas de la Región Centro, según muestreo por conveniencia, en cuanto a rubro al que pertenecen y cuentan con más de 30 empleados, puesto que se considera válida la implementación de sistemas PLM para empresas desde ese tamaño en adelante.

La encuesta está formulada en una planilla Excel de dos hojas, donde en la primera hoja solicita información general de la empresa en lo referente a capacidad instalada, empleados, mercados tiempos de desarrollo e infraestructura, ya sea de software industrial, gestión, diseño y fabricación como de hardware.

A continuación se muestran las tablas de la encuestas (Tabla.3.1.) correspondiente a la hoja uno de la planilla Excel de la encuesta, para el requerimiento de los datos generales de la empresa, a los efectos de poder segmentar las mismas. Ver tabla completa en Anexo 1.

A partir de la información de los especialistas construimos un modelo heurístico mediante el cual analizaremos el comportamiento de las empresas con el objeto de obtener cada uno de los valores correspondientes a las variables con la finalidad de determinar su influencia a la hora de tomar decisiones estratégicas para la conveniencia en cuanto a la implementación de un sistema PLM.

El cuestionario está dividido en dos partes, por una lado los datos generales de la empresas en cuanto a características generales, sistemas instalados e infraestructura y, por otro lado, los aspectos relativos en cuanto a los tres constructos estudiados.

En la primera parte del cuestionario hemos tenido en cuenta las variables más significativas, consecuencia de la investigación por literatura, *Focus group* y entrevistas a expertos procediendo a una clasificación de las variables, método clásico de investigación cualitativa, y a la subdivisión de estas en función de los ítems más relevantes. En la Tabla 3.1. mostramos los datos generales de la empresa ( ver Anexo 2 tabla completa con registro de datos)

Tabla 3.1. Tabla de datos generales de empresa

OBJETIVO: ENCUESTA GENERAL PARA TESIS DE DOCTORADO EN INGENIERIA GRAFICA					
<b>Nombre de la Empresa:</b>		<b>Ciudad:</b>			
<b>Rubro a que pertenece:</b>		<b>Provincia:</b>			
ENCUESTA GENERAL			CLASIFICACION		
<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>	<b>1. Introducción</b>	1.1 Objetivo del análisis: Diagnostico de la situación actual de cada empresa para medir el grado de impacto que produce la introducción de la tecnología de PLM.			
		1.2 Datos Generales			
		1.2.1 Tamaño / Plantas / Empleados			
		1.2.2 Cantidad Personal Técnico			
		1.2.3 Mercado / Clientes / Países			
		1.2.4 Competencia (mucha/poca, dónde se localiza)			
		1.2.5 Departamentos propios / subcontratados			
		1.2.6 Posee Certificación ISO			
	1.2.7 Antigüedad de la empresa				
	<b>2. Producto</b>	2.1 Descripción			
		2.2 Líneas de productos / Gama de producto			
		2.3 Tipo de Negocio (por proyecto o seriado)			
		2.4 Tiempos de diseño de producto			
		2.5 Tiempos de desarrollo de producto			
		2.6 Tiempo de vida del producto			
2.7 Porcentaje de nuevos diseños y modificaciones (reutilización)					

Continuación Tabla 3.1.

		2.8 Número de componentes				
		2.9 Cubre el ciclo de desarrollo (diseño, prototipado, fabricación, marketing, etc.)				
3. Situación Actual (Hardware/Software)		3. Hardware/Software				
		3.1 Configuración Hardware				
		3.2 Configuración RED				
		3.3 Servicios informáticos (¿propios o subcontratados?)				
		3.4 Sistemas CAD				
		3.5 Sistemas CAM				
		3.6 Sistemas CAE				
		3.7 Sistemas MRP/ERP (control de producción y administración)				
		3.8 PDM Actual (administración de datos del producto)				
		3.9 Otros sistemas de información				

Fuente: Elaboración propia, 2014

En la segunda parte del cuestionario analizamos los tres constructos principales: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*. Hemos dividido cada uno de ellos en cinco variables, con el objeto de realizar una valoración cualitativa mediante la calificación de bajo, medio y alto impacto con respecto al constructo analizado. A continuación hemos separado cada una de las cinco variables de cada constructo en subvariables significativas, según los expertos, procediendo a la valoración cualitativa bajo, medio y alto impacto, teniendo en cuenta las estrategias de la empresa en cuanto a cada de las variables para cada uno de los constructos. En la Tabla 3.2. observamos la clasificación correspondiente a los constructos y a la totalidad de las variables (Ver tabla completa con registro de datos en Anexo 1)

Tabla 3.2. Tabla de datos generales de empresa

VALOR CLIENTE	CONSTRUCTO	BAJO	MEDIO	ALTO	VARIABLE	BAJO	MEDIO	ALTO	SUBVARIABLE	BAJO	MEDIO	ALTO
1. VALOR CLIENTE	1.1 CRECIMIENTO				1.1.1 Aumentar Mercado				1.1.1.1 Mejorar en la personalización			
									1.1.1.2 Mejorar los canales de acceso			
									1.1.1.3 Aumentar el servicio al cliente			
					1.1.2 Proteger Mercado Actual				1.1.2.1 Mejorar las ventajas de forma continua. Que el cliente nos valore			
									1.1.2.2 Reducir los inconvenientes al usuario			
									1.1.2.3 Aumentar el coste del cambio			
					1.1.3 Mejorar Capacidad de los PPS (lo que hacemos, hacerlo mejor)				1.1.3.1 Mejorar la facilidad de uso			
									1.1.3.3 Mejorar el diseño			
									1.1.3.4 Permitir a los clientes diseñar su necesidad			
									1.1.3.5 Estandarizar el diseño (de las partes comunes)			
					1.1.4 Desarrollar Nuevos PPS				1.1.3.6 Reducir la diferencia entre la necesidad del cliente y la oferta que podemos hacer			
									1.1.4.1 Aumentar el número de ideas aplicables a productos			

Continuación Tabla 3.2.

1.2 RENTABILIDAD	1.1.5 Construir Ingresos Continuos	1.1.4.2 Aumentar la modularidad de los servicios. Crear nuevos servicios			
		1.1.5.1 Aumentar la vinculación uso pago.			
		1.1.5.2 Aumentar los valores de las garantías			
	1.2.1 Aumentar el Valor y el precio		1.2.1.1 Cobrar por servicios exclusivos		
			1.2.1.2 Reducir tiempo de respuesta y formación		
			1.2.1.4 Eliminar costes indirectos		
			1.2.1.6 Aumentar los canales de servicio		
	1.2.2 Reducir costes de los procesos		1.2.1.7 Reducir costes paralelos al usuario		
			1.2.2.1 Eliminar tiempo de personal		
			1.2.2.2.Reducir los documentos		
			1.2.2.3 Reducir el tiempo de consultoría / Preventa al cliente		
			1.2.2.4 Digitalizar (no manual) para recuperar o reutilizar		
	1.2.3 Reducir costes de los suministros		1.2.3.1 Eliminar accesorios innecesarios		
			1.2.3.2 Eliminar gastos de desplazamiento		
1.2.3.3.Transferir costes a proveedores					
1.2.4 Evitar el despilfarro		1.2.4.1 Reducir retrabajos por errores			

Continuación Tabla 3.2.

1.3 POSICIONAMIENTO				1.2.5 Ahorros en coordinación -errores			1.2.4.2 Eliminar reintroducción de datos (LDM)			
							1.2.4.3 Disminuir locales (planta de producción) y almacenes			
							1.2.4.4 Eliminar consultas a personas			
							1.2.4.5 Eliminar trabajos incompletos			
							1.2.5.1 Aumentar la visibilidad de los procesos			
							1.2.5.2 Mejorar la colaboración con otros participantes			
							1.2.5.3 Hacerse con el flujo de información de otro proceso			
							1.2.5.4 Diseñar para fallos aceptables			
							1.3.1 Aumentar la calidad del servicio			1.3.1.1 Detección temprana de errores
							1.3.2 Reducir los plazos de ejecución			1.3.1.2 Reducir el número de interacciones
	1.3.1.3 Reducir el número de interlocutores									
	1.3.1.4 Aumentar la disponibilidad horaria del servicio									
	1.3.2.1 Realizar trabajos en paralelo									
	1.3.2.2 Aumentar la predicción de las entregas									



valoración correspondiente a los ítems considerados necesarios para la implementación de la tecnología PLM.

A partir de las opiniones de los expertos y de las variables fundamentales detectadas a partir del *Focus group* asignaremos una valoración.

Dado que existen tres constructos fundamentales que se obtienen a partir de la investigación por literatura, del *Focus group* y de las entrevistas a expertos valoraremos las variables con objeto de ponderar su grado de influencia para la toma de decisiones. Del mismo modo ponderaremos las subclasificaciones correspondientes a estas variables y su grado de influencia. Todo ello con la finalidad de alcanzar una terna de valores en relación a los tres constructos que nos ayude a determinar la estrategia principal y las estrategias secundarias para la implementación de los sistemas PLM en las empresas; determinando el interés de la implementación y analizando las diferentes posibilidades en cuanto a la manera de implementar el sistema PLM.

A continuación describimos los ítems en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Modelo teórico propuesto – Valor cliente

CLIENTE	CONSTRU-CTO	VARIABLES	SUBVARIABLES	VALOR FINAL
1. VALOR CLIENTE	1.1 CRECIMIENTO	1.1.1 Aumentar Mercado	1.1.1.1 Mejorar en la personalización	
			1.1.1.2 Mejorar los canales de acceso	
			1.1.1.3 Aumentar el servicio al cliente	
		1.1.2 Proteger Mercado Actual	1.1.2.1 Mejorar las ventajas de forma continua. Que el cliente nos valore	
			1.1.2.2 Reducir los inconvenientes al usuario	
			1.1.2.3 Aumentar el coste del cambio	
		1.1.3 Mejorar Capacidad de los PPS (lo que hacemos, hacerlo mejor)	1.1.3.1 Mejorar la facilidad de uso	
			1.1.3.3 Mejorar el diseño	

Continuación Tabla 3.3.

			1.1.3.4 Permitir a los clientes diseñar su necesidad		
			1.1.3.5 Estandarizar el diseño (de las partes comunes)		
			1.1.3.6 Reducir la diferencia entre la necesidad del cliente y la oferta que podemos hacer		
		1.1.4 Desarrollar Nuevos PPS	1.1.4.1 Aumentar el número de ideas aplicables a productos		
			1.1.4.2 Aumentar la modularidad de los servicios. Crear nuevos servicios		
		1.1.5 Construir Ingresos Continuos	1.1.5.1 Aumentar la vinculación uso pago.		
			1.1.5.2 Aumentar los valores de las garantías		
		1.2 RENTABILIDAD	1.2.1 Aumentar el Valor y el precio	1.2.1.1 Cobrar por servicios exclusivos	
				1.2.1.2 Reducir tiempo de respuesta y formación	
	1.2.1.4 Eliminar costes indirectos				
	1.2.1.6 Aumentar los canales de servicio				
	1.2.1.7 Reducir costes paralelos al usuario				
	1.2.2 Reducir costes de los procesos		1.2.2.1 Eliminar tiempo de personal		
			1.2.2.2.Reducir los documentos		
			1.2.2.3 Reducir el tiempo de consultoría / Preventa al cliente		
1.2.2.4 Digitalizar (no manual) para recuperar o reutilizar					
1.2.3 Reducir costes de los suministros	1.2.3.1 Eliminar accesorios innecesarios				
	1.2.3.2 Eliminar gastos de desplazamiento				

Continuación Tabla 3.3.

			1.2.3.3.Transferir costes a proveedores	
		1.2.4 Evitar el despilfarro	1.2.4.1 Reducir retrabajos por errores	
			1.2.4.2 Eliminar reintroducción de datos (LDM)	
			1.2.4.3 Disminuir locales (planta de producción) y almacenes	
			1.2.4.4 Eliminar consultas a personas	
			1.2.4.5 Eliminar trabajos incompletos	
		1.2.5 Ahorros en coordinación -errores	1.2.5.1 Aumentar la visibilidad de los procesos	
			1.2.5.2 Mejorar la colaboración con otros participantes	
			1.2.5.3 Hacerse con el flujo de información de otro proceso	
			1.2.5.4 Diseñar para fallos aceptables	
	1.3 POSICIONAMIENTO	1.3.1 Aumentar la calidad del servicio	1.3.1.1 Detección temprana de errores	
			1.3.1.2 Reducir el número de interacciones	
			1.3.1.3 Reducir el número de interlocutores	
			1.3.1.4 Aumentar la disponibilidad horaria del servicio	
		1.3.2 Reducir los plazos de ejecución	1.3.2.1 Realizar trabajos en paralelo	
			1.3.2.2 Aumentar la predicción de las entregas	
			1.3.2.3 Evitar el control como paso que retrasa el plazo de entrega	
		1.3.3 Mejorar la MARCA	1.3.3.1 Reforzar la identidad del servicio	
			1.3.3.2 Aumentar la acción de marketing directo	

Continuación Tabla 3.3.

	1.3.4 Ganar una mejor posición	1.3.4.1 Explicitar los compromisos de calidad	
		1.3.4.2 Aumentar los atributos de diferenciación	
	1.3.5 Aprovechar nuevas oportunidades	1.3.5.1 Aumentar la venta cruzada	

Fuente: Elaboración propia, 2014

La determinación de los puntajes asignados a cada criterio surge de manera empírica a partir de la propia experiencia de los expertos académicos consultados (Ver cuadro 3.2.).

Utilizaremos una matriz de transformación en la cual estableceremos un nivel máximo, intermedio y mínimo asignando a cada uno de ellos un puntaje que mida el grado de influencia final. Mediante este procedimiento convertimos la información de tipo cualitativo en cuantitativo.

La cumplimentación de datos en la Tabla 3.3., conjuntamente con las observaciones de los expertos permiten generar un modelo iterativo, con la finalidad de generalizar un proceso validable con la muestra.

# RESULTADOS, DISCUSIÓN Y VALIDACIÓN

En este capítulo presentamos los resultados de la investigación y la discusión de los mismos. Para ello, constataremos el resultado correspondiente a cada una de las metodologías utilizadas.

## 4.1. Resultado de la investigación por literatura

Como consecuencia de la investigación por literatura, hemos delimitado el alcance del problema, así como también los factores fundamentales objeto de la investigación a saber: Factores empresariales y Factores Tecnológicos estudiados en el estado del arte.

Los Factores Empresariales permitieron definir las características generales de la empresa metalúrgica, evolución, distribución geográfica, mapa de cantidad y tamaño de empresas, análisis de competitividad sistémica, manejo gerencial y comportamiento tecnológico.

Mientras que los Factores Tecnológicos incidieron en la obtención de un mayor desempeño, posicionamiento competitivo y crecimiento por medio de las herramientas que impactan en la gestión del ciclo de vida del producto (PLM). Para ello se analizaron los sistemas CAD, CAE, CAM, Nesting, PDM, PLM, MRP, ERP y Prototipado Rápido.

## 4.2. Resultado Focus Group

El resultado fundamental del *Focus group* fue la determinación del modelo de encuesta y la consideración de los tres constructos: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*. También decidimos los criterios de segmentación: *facturación*, *cantidad de empleados* y *porcentaje de personal técnico con respecto a la cantidad de empleados*.

## 4.3. Resultado de las entrevistas a expertos

Los expertos han aportado en sus entrevistas las valoraciones para transformar lo cualitativo en cuantitativo. Determinaron en el Mapa de Valor las valoraciones siguientes: bajo, medio y alto; otorgando 0 puntos al valor bajo, 1 punto al valor medio y 2 al valor alto.

Respecto al impacto de la tecnología PLM, cada una de las variables fue ponderada con 25% para un grado de relevancia bajo, 50% para un grado de relevancia media y 100% para un grado de relevancia alto. El resumen de resultados queda visualizado cuando se pondera la Tabla 4.1. La misma consta de dos partes: la primera, con datos generales de la empresa, la segunda, refleja el valor del cliente a través de los constructos (*Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*), sus variables y sus subvariables:

Tabla 4.1. Datos de la empresa y valor del cliente para encuesta

OBJETIVO: ENCUESTA GENERAL PARA TESIS DE DOCTORADO EN INGENIERIA GRÁFICA			
Nombre de la Empresa:		Ciudad:	
Rubro a que pertenece:		Provincia:	
ENCUESTA GENERAL			
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	1. Introducción	1.1 Objetivo del análisis: Diagnóstico de la situación actual de cada empresa para medir el grado de impacto que produce la introducción de la tecnología de PLM.	
		<b>1.2 Datos Generales</b>	
		1.2.1 Tamaño / Plantas / Empleados	
		1.2.2 Cantidad Personal Técnico	
		1.2.3 Mercado / Clientes / Países	
		1.2.4 Competencia (mucho/poca , Donde se localiza)	

Continuación Tabla 4.1.

Continuación

		1.2.5 Departamentos propios / subcontratados
		1.2.6 Posee Certificación ISO
1.2.7 Antigüedad de la empresa		
2. Producto		<b>2.1 Descripción</b>
		2.2 Líneas de producto / Gama de producto
		2.3 Tipo de Negocio (Por proyecto o seriado)
		2.4 Tiempos de diseño de producto
		2.5 Tiempos de desarrollo de producto
		2.6 Tiempo de vida del producto
		2.7 Porcentaje de nuevos diseños y modificaciones (reutilización)
		2.8 Número de componentes
		2.9 Cubre el ciclo de desarrollo (diseño, prototipado, fabricación, marketing, etc.)
		3. Situación Actual (Hardware/Software)
3.1 Configuración Hardware		
3.2 Configuración RED		
3.3 Servicios informáticos (¿propios o subcontratados?)		
3.4 Sistemas CAD		
3.5 Sistemas CAM		
3.6 Sistemas CAE		
3.7 Sistemas MRP/ERP (control de producción y administración)		
3.8 PDM Actual (administración de datos del producto)		
3.9 Otros sistemas de información		

Hemos visto la pestaña correspondiente a los datos generales de la empresa correspondiente a la encuesta. A continuación, veremos las preguntas correspondientes a los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS, VALIDACIÓN Y DISCUSIÓN

CLIENTE	CONSTRUCTO	VARIABLES	SUBVARIABLES
1. VALOR CLIENTE	1.1 CRECIMIENTO	1.1.1 Aumentar Mercado	1.1.1.1 Mejorar en la personalización
			1.1.1.2 Mejorar los canales de acceso
			1.1.1.3 Aumentar el servicio al cliente
		1.1.2 Proteger Mercado Actual	1.1.2.1 Mejorar las ventajas de forma continua. Que el cliente nos valore
			1.1.2.2 Reducir los inconvenientes al usuario
			1.1.2.3 Aumentar el coste del cambio
		1.1.3 Mejorar Capacidad de los PPS (lo que hacemos, hacerlo mejor)	1.1.3.1 Mejorar la facilidad de uso
			1.1.3.3 Mejorar el diseño
			1.1.3.4 Permitir a los clientes diseñar su necesidad
			1.1.3.5 Estandarizar el diseño (de las partes comunes)
		1.1.4 Desarrollar Nuevos PPS	1.1.3.6 Reducir la diferencia entre la necesidad del cliente y la oferta que podemos hacer
			1.1.4.1 Aumentar el número de ideas aplicables a productos
		1.1.5 Construir Ingresos Continuos	1.1.4.2 Aumentar la modularidad de los servicios. Crear nuevos servicios
			1.1.5.1 Aumentar la vinculación uso pago.
	1.2 RENTABILIDAD	1.2.1 Aumentar el Valor y el precio	1.1.5.2 Aumentar los valores de las garantías
			1.2.1.1 Cobrar por servicios exclusivos
			1.2.1.2 Reducir tiempo de respuesta y formación
1.2.1.4 Eliminar costes indirectos			

Continuación Tabla 4.1.

			1.2.1.6 Aumentar los canales de servicio
			1.2.1.7 Reducir costes paralelos al usuario
		1.2.2 Reducir costes de los procesos	1.2.2.1 Eliminar tiempo de personal
			1.2.2.2.Reducir los documentos
			1.2.2.3 Reducir el tiempo de consultoría / Preventa al cliente
			1.2.2.4 Digitalizar (no manual) para recuperar o reutilizar
		1.2.3 Reducir costes de los suministros	1.2.3.1 Eliminar accesorios innecesarios
			1.2.3.2 Eliminar gastos de desplazamiento
			1.2.3.3.Transferir costes a proveedores
		1.2.4 Evitar el despilfarro	1.2.4.1 Reducir retrabajos por errores
			1.2.4.2 Eliminar reintroducción de datos (LDM)
			1.2.4.3 Disminuir locales (planta de producción) y almacenes
			1.2.4.4 Eliminar consultas a personas
			1.2.4.5 Eliminar trabajos incompletos
		1.2.5 Ahorros en coordinación - errores	1.2.5.1 Aumentar la visibilidad de los procesos
			1.2.5.2 Mejorar la colaboración con otros participantes
			1.2.5.3 Hacerse con el flujo de información de otro proceso
			1.2.5.4 Diseñar para fallos aceptables
		1.3 POSICIONAMIENTO	1.3.1 Aumentar la calidad del servicio
	1.3.1.2 Reducir el número de interacciones		
1.3.1.3 Reducir el número de interlocutores			

Continuación Tabla 4.1.

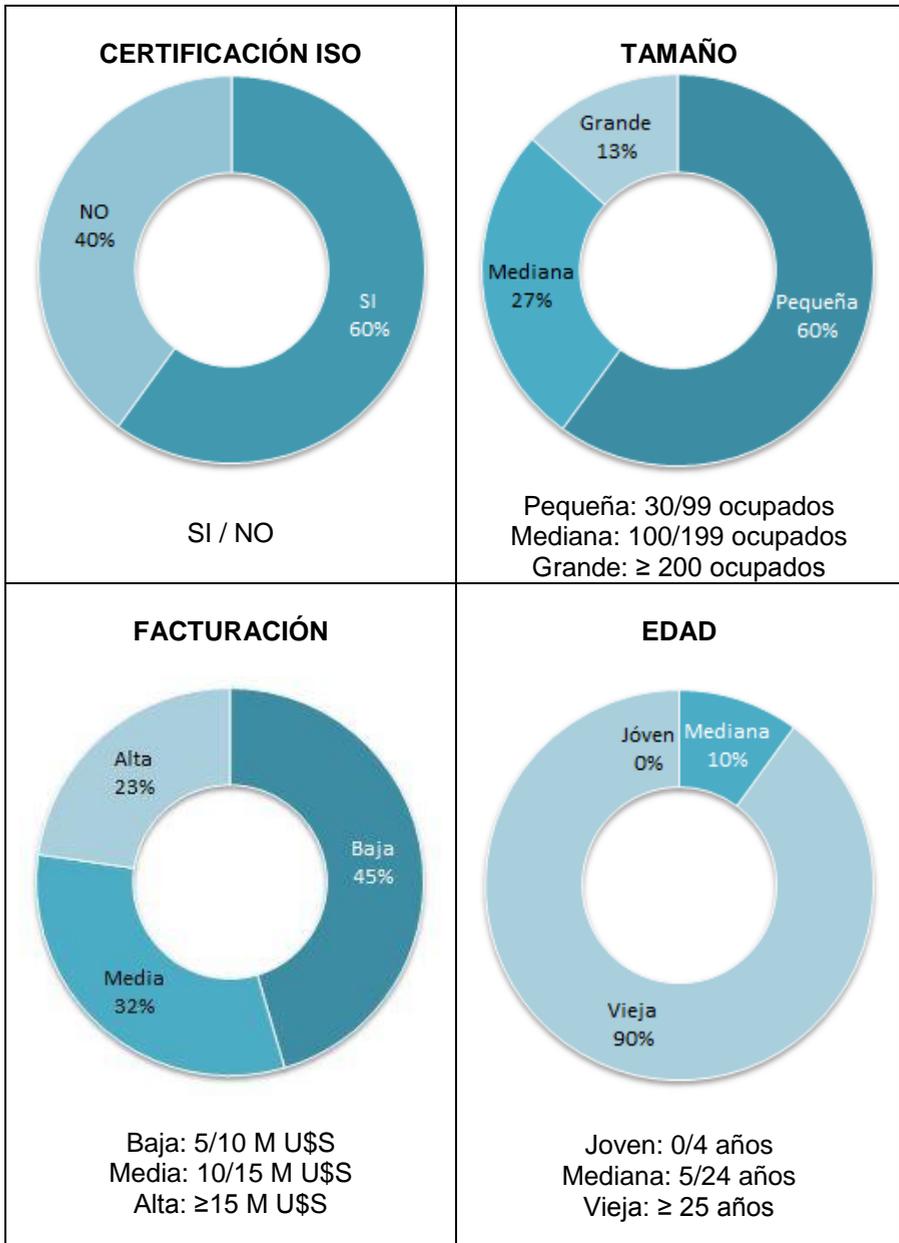
			1.3.1.4 Aumentar la disponibilidad horaria del servicio
		1.3.2 Reducir los plazos de ejecución	1.3.2.1 Realizar trabajos en paralelo
			1.3.2.2 Aumentar la predicción de las entregas
			1.3.2.3 Evitar el control como paso que retrasa el plazo de entrega
		1.3.3 Mejorar la MARCA	1.3.3.1 Reforzar la identidad del servicio
			1.3.3.2 Aumentar la acción de marketing directo
		1.3.4 Ganar una mejor posición	1.3.4.1 Explicitar los compromisos de calidad
			1.3.4.2 Aumentar los atributos de diferenciación
		1.3.5 Aprovechar nuevas oportunidades	1.3.5.1 Aumentar la venta cruzada

Fuente: Elaboración propia, 2014

Una vez descritos los datos de la empresa y los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* de la encuesta, procederemos a los resultados de la misma.

#### 4.4. Resultados de la aplicación de los criterios de segmentación de la muestra

De acuerdo con las encuestas realizadas podemos segmentar según los criterios de *Calidad* (Certificación ISO), *Tamaño*, *Facturación* y *Edad* de las mismas, tal como muestra el Gráfico 4.1.



Fuente: Elaboración propia, 2014

.Gráfico 4.1. Segmentación según calidad, tamaño, facturación y edad

La muestra está compuesta, en su mayoría, por pequeñas empresas (60%), con más de 25 años (90 %) y con una facturación anual menor a 10 millones de dólares (45%); un 60% posee certificación.

#### 4.5. Criterio de análisis del modelo

La base de datos donde se registran los valores de las encuestas fue elaborada en una planilla Excel donde se colocaron, en la primera parte de la fila superior, los datos generales de las empresas, como se muestra en la Tabla 4.2.:

Tabla 4.2. Base de datos para encuestas

Nro.	Empresa	Rubro	Tamaño	Edad	Facturación anual	Certificación ISO	Cantidad de empleados	Tasa: Relación personal técnico vs total
1	Akron	Agroind	1	2	2	1	80	6%

Fuente: Elaboración propia, 2014

A la vista de los tipos de empresa analizados, y desde el punto de vista de la facturación, se segmentó la población, atendiendo al siguiente criterio:

- SF<sub>0</sub> ( segmentación de facturación de 0 a 5 millones de u\$s), índice = 0
- SF<sub>1</sub> ( segmentación de facturación de 5 a10 millones de u\$s), índice = 1
- SF<sub>2</sub> ( segmentación de facturación de 10 a15 millones de u\$s), índice = 2
- SF<sub>3</sub> ( segmentación de facturación mayor de 15 millones de u\$s), índice = 3

Por otra parte, para los valores de tamaño se adoptó el criterio que mostramos a continuación:

- ST<sub>0</sub> (segmentación de tamaño para trabajadores hasta 30 ocupados) = 0
- ST<sub>1</sub> (segmentación de tamaño para trabajadores entre 30 y 99 ocupados) = 1
- ST<sub>2</sub> (segmentación de tamaño para trabajadores entre 100 y 199 ocupados) = 2
- ST<sub>3</sub> (segmentación de tamaño para trabajadores mayor de 200 ocupados) = 3

Finalmente, para los valores de la tasa de relación personal técnico versus personal total se adoptó el siguiente criterio:

SPT<sub>0</sub> (segmentación por tasa de personal técnico de 0 a 6%) = 0

SPT<sub>1</sub> (segmentación por tasa de personal técnico de 6 a 12%) = 1

SPT<sub>2</sub> (segmentación por tasa de personal técnico mayor de 6%) = 2

A continuación exponemos cómo se calculan los términos correspondientes a las tablas de resultado correspondientes a los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* según facturación, tamaño e índice de relación personal técnico versus personal total.

CONSTRUCTO	VARIABLE	SUBVARIABLE
C <sub>11</sub> CRECIMIENTO	C <sub>111</sub> Aumentar Mercado	C <sub>1111</sub> Mejorar en la personalización
		C <sub>1112</sub> Mejorar los canales de acceso
		C <sub>1113</sub> Aumentar el servicio al cliente
	C <sub>112</sub> Proteger Mercado Actual	C <sub>1121</sub> Mejorar las ventajas de forma continua. Que el cliente nos valore
		C <sub>1122</sub> Reducir los inconvenientes al usuario
		C <sub>1123</sub> Aumentar el coste del cambio
	C <sub>113</sub> Mejorar Capacidad de los PPS (lo que hacemos, hacerlo mejor)	C <sub>1131</sub> Mejorar la facilidad de uso
		C <sub>1133</sub> Mejorar el diseño
		C <sub>1134</sub> Permitir a los clientes diseñar su necesidad
		C <sub>1135</sub> Estandarizar el diseño (de las partes comunes)
	C <sub>1136</sub> Reducir la diferencia entre la necesidad del cliente y la oferta que podemos hacer	C <sub>1136</sub> Reducir la diferencia entre la necesidad del cliente y la oferta que podemos hacer
	C <sub>114</sub> Desarrollar Nuevos PPS	C <sub>1141</sub> Aumentar el número de ideas aplicables a productos

Continuación Cuadro 4.1.

		C <sub>1142</sub> Aumentar la modularidad de los servicios. Crear nuevos servicios
	C <sub>115</sub> Construir Ingresos Continuos	C <sub>1151</sub> Aumentar la vinculación uso pago.
		C <sub>1152</sub> Aumentar los valores de las garantías
R <sub>11</sub> RENTABILIDAD	R <sub>121</sub> Aumentar el Valor y el precio	R <sub>1211</sub> Cobrar por servicios exclusivos
		R <sub>1212</sub> Reducir tiempo de respuesta y formación
		R <sub>1213</sub> Eliminar costes indirectos
		R <sub>1214</sub> Aumentar los canales de servicio
		R <sub>1215</sub> Reducir costes paralelos al usuario
	R <sub>122</sub> Reducir costes de los procesos	R <sub>1221</sub> Eliminar tiempo de personal
		R <sub>1222</sub> Reducir los documentos
		R <sub>1223</sub> Reducir el tiempo de consultoría / Preventa al cliente
		R <sub>1224</sub> Digitalizar (no manual) para recuperar o reutilizar
	R <sub>123</sub> Reducir costes de los suministros	R <sub>1231</sub> Eliminar accesorios innecesarios
		R <sub>1232</sub> Eliminar gastos de desplazamiento
		R <sub>1233</sub> Transferir costes a proveedores
	R <sub>124</sub> Evitar el despilfarro	R <sub>1241</sub> Reducir retrabajos por errores
		R <sub>1242</sub> Eliminar reintroducción de datos (LDM)
		R <sub>1243</sub> Disminuir locales (planta de producción) y almacenes
		R <sub>1244</sub> Eliminar consultas a personas
		R <sub>1245</sub> Eliminar trabajos incompletos
R <sub>125</sub> Ahorros en coordinación -errores	R <sub>1251</sub> Aumentar la visibilidad de los procesos	
	R <sub>1252</sub> Mejorar la colaboración con otros participantes	

Continuación Cuadro 4.1.

		R <sub>1253</sub> Hacerse con el flujo de información de otro proceso
		R <sub>1254</sub> Diseñar para fallos aceptables
P <sub>11</sub> POSICIONAMIENTO	P <sub>131</sub> Aumentar la calidad del servicio	P <sub>1311</sub> Detección temprana de errores
		P <sub>1312</sub> Reducir el número de interacciones
		P <sub>1313</sub> Reducir el número de interlocutores
		P <sub>1314</sub> Aumentar la disponibilidad horaria del servicio
	P <sub>132</sub> Reducir los plazos de ejecución	P <sub>1321</sub> Realizar trabajos en paralelo
		P <sub>1322</sub> Aumentar la predicción de las entregas
		P <sub>1323</sub> Evitar el control como paso que retrasa el plazo de entrega
	P <sub>133</sub> Mejorar la MARCA	P <sub>1331</sub> Reforzar la identidad del servicio
		P <sub>1332</sub> Aumentar la acción de marketing directo
	P <sub>134</sub> Ganar una mejor posición	P <sub>1341</sub> Explicitar los compromisos de calidad
		P <sub>1342</sub> Aumentar los atributos de diferenciación
	P <sub>135</sub> Aprovechar nuevas oportunidades	P <sub>1351</sub> Aumentar la venta cruzada

Fuente: Elaboración propia, 2014.

**Cuadro 4.1. Leyenda de codificación**

En correspondencia con los datos generales de las empresas, se solicitaron los correspondientes a los tres constructos fundamentales que son *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* como se indica en la Tabla 4.3.

Cabe aclarar que, la fórmula que rige cómo opera la tabla es la siguiente:

$$CT_{111} = C_{11} * C_{111} * C_{1111} * FP_1 + C_{11} * C_{111} * C_{1112} * FP_2 + C_{11} * C_{111} * C_{1113} * FP_3$$

Tabla 4.3. Datos solicitados correspondientes a los constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento

1.1 CRECIMIENTO											
1.1.1 Aumentar mercado											
CRECI- MIENTO 11	VARIABLE	SUBVARIABLES			FACTOR POND.			SUBTOTAL			TOTAL
	111	1111	1112	1113							
C <sub>11</sub>	C <sub>111</sub>	C <sub>1111</sub>	C <sub>1112</sub>	C <sub>1113</sub>	FP <sub>1</sub>	FP <sub>2</sub>	FP <sub>3</sub>	CT <sub>1111</sub>	CT <sub>1112</sub>	CT <sub>1113</sub>	CT <sub>111</sub>
1	2	2	1	2	100%	25%	50%	4	0,5	2	6,5

Fuente: Elaboración propia, 2014

A modo de ejemplo, mostramos la variable  $C_{111}$  *Aumentar el mercado* con sus tres subvariables:  $C_{1111}$ ,  $C_{1112}$  y  $C_{1113}$  con su respectivo factor de ponderación, de tal forma que el valor subtotal de la misma se consigue de multiplicar  $C_{11} * C_{111} * C_{1111}$  y a ese resultado, multiplicarlo a su vez por el factor de ponderación  $FP_1$ .

Para este caso, por ejemplo  $1$  (valor medio de  $C_{11}$  Crecimiento) \*  $2$  (valor alto de  $C_{111}$  Aumentar el mercado) \*  $2$  (valor alto de  $C_{1111}$  Mejorar en la personalización) \*  $100\%$  (valor máximo del factor de ponderación  $FP_1$ ) da un valor de  $4$  correspondiente a la subvariable  $CT_{1111}$ , subtotal de  $CT_{111}$ .

Para el segundo subtotal  $CT_{1112}$  consideraremos  $1$  (valor medio de  $C_{11}$  Crecimiento) \*  $2$  (valor alto de  $C_{111}$  Aumentar el mercado) \*  $1$  (valor medio de  $C_{1112}$  Mejorar los canales de acceso) \* (factor de ponderación  $FP_2$ )  $25\%$  se obtiene el valor de  $0,5$  correspondiente a la subvariable  $CT_{1112}$ , subtotal de  $CT_{111}$ .

Para el cálculo de  $CT_{1113}$  aplicamos el criterio de cálculo anterior y observamos que el resultado del factor de crecimiento  $C_{111}$ , en este caso, es de  $6,5$ .

Para el cálculo del resto de las variables de crecimiento  $C_{112}$ ,  $C_{113}$ ,  $C_{114}$ ,  $C_{115}$  procedemos de acuerdo con el criterio mostrado para el primer término.

La metodología se repite con los dos constructos restantes *Rentabilidad* y *Posicionamiento*, como vemos a continuación como ejemplo, para el primer factor de la matriz:

$$RT_{111} = R_{11} * R_{111} * R_{1111} * FP_1 + R_{11} * R_{111} * R_{1112} * FP_2 + R_{11} * R_{111} * R_{1113} * FP_3$$

$$PT_{111}=P_{11} * P_{111} * P_{1111} * FP_1 + P_{11} * P_{111} * P_{1112} * FP_2 + P_{11} * P_{111} * P_{1113} * FP_3$$

Posteriormente, obtenemos la media aritmética de la sumatoria de empresas que califican con el criterio de segmentación, con lo que se obtienen las tablas resultantes, que se muestran antes de cada gráfico polar.

#### 4.6. Modelo propuesto y generalización

En función de lo explicado anteriormente, podemos inferir en una matriz genérica, la totalidad de las variables a manera de fórmula, a los efectos de obtener las matrices particulares para segmentación de empresas, según los criterios perseguidos, en nuestro caso *Facturación, Cantidad de empleados y Relación personal técnico versus personal total*.

En la Tabla 4.4. mostramos la matriz genérica, bajo el criterio de *Segmentación por facturación SF<sub>1</sub>* (segmentación por índice de facturación, correspondiente a facturaciones entre 5 y 10 Millones de u\$s), *SF<sub>2</sub>* (segmentación por índice de facturación, correspondiente a facturaciones entre 10 y 15 Millones de u\$s) y *SF<sub>3</sub>* (segmentación por índice de facturación, correspondiente a facturaciones de más de 15 Millones de u\$s):

Tabla 4.4. Matriz genérica

	C <sub>11</sub> CRECIMIENTO					R <sub>12</sub> RENTABILIDAD					P <sub>13</sub> POSICIONAMIENTO				
	C <sub>111</sub>	C <sub>112</sub>	C <sub>113</sub>	C <sub>114</sub>	C <sub>115</sub>	R <sub>121</sub>	R <sub>122</sub>	R <sub>123</sub>	R <sub>124</sub>	R <sub>125</sub>	P <sub>131</sub>	P <sub>132</sub>	P <sub>133</sub>	P <sub>134</sub>	P <sub>135</sub>
SF <sub>1</sub>	CT <sub>111</sub> F <sub>1</sub> (*)														
SF <sub>2</sub>	CT <sub>111</sub> F <sub>2</sub>														
SF <sub>3</sub>	CT <sub>111</sub> F <sub>2</sub>														
VR	14,0														

Fuente: Elaboración propia, 2014

(\*) Donde  $CT_{111}F_1 = C_{11} * C_{111} * C_{1111} * FP_1 + C_{11} * C_{111} * C_{1112} * FP_2 + C_{11} * C_{111} * C_{1113} * FP_3$ , es decir, que el cálculo de cada elemento de la matriz responde al criterio mostrado para cada una de las variables de los constructos estudiados, finalmente podemos generalizar la fórmula de la siguiente manera:

$KT_{111}F_i = K_{111} * K_{111} * K_{1111} * FP_1 + K_{111} * K_{111} * K_{1112} * FP_2 + K_{111} * K_{111} * K_{1113} * FP_3$ , donde K corresponde al valor de impacto de la tecnologías PLM, que puede asumir los valores  $C_{1, \dots, n}$ ;  $R_{1, \dots, n}$  y  $P_{1, \dots, n}$  de acuerdo con los constructos estudiados: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*.  $F_i$  corresponde al criterio de segmentación adoptado, y el índice  $i$  corresponde a uno de los tres criterios elegidos. Finalmente,  $FP_i$  es el factor de ponderación por impacto de tecnología PLM según el ítem analizado.

Posteriormente, obtenemos la media aritmética de cada uno de los índices que conforman la matriz correspondiente al número de empresas estudiadas.

#### 4.6.1 Valor Cliente

El valor cliente corresponde con la valoración que la empresa debe de hacer a partir del resultado de la terna de valores *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*, en cuanto a la estrategia a tener en cuenta a la hora de la implementación del PLM.

Para determinar el valor cliente, por ejemplo, para el constructo *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* y el criterio de segmentación por facturación, en este caso para el nivel 1 ( $SF_1$ ) y el factor de ponderación  $FP_i$ , realizaremos el siguiente *modus operandi*:

$$KT_{111}F_1 = K_{111} * K_{111} * K_{1111} * FP_1 + K_{111} * K_{111} * K_{1112} * FP_2 + K_{111} * K_{111} * K_{1113} * FP_3$$

Donde K puede asumir el valor  $C_{1, \dots, n}$ ;  $R_{1, \dots, n}$  y  $P_{1, \dots, n}$  para cada uno de los constructos *Crecimiento* ( $C_i$ ), *Rentabilidad* ( $R_i$ ) y *Posicionamiento* ( $P_i$ ) hasta  $n$  que representa los niveles de segmentación estudiados.

Para determinar el valor de referencia máximo:  $VR_{1, \dots, n}$

$$VR_{1, \dots, n} = K_{111} \max * K_{111} \max * K_{1111} \max * FP_1 + K_{111} \max * K_{111} \max * K_{1112} \max * FP_2 + K_{111} \max * K_{111} \max * K_{1113} \max * FP_3$$

Donde K puede asumir el valor  $C_{1, \dots, n}$ ;  $R_{1, \dots, n}$  y  $P_{1, \dots, n}$

Para calcular el Valor de Referencia (VR) y para el constructo, por ejemplo, (Crecimiento =valor 2) \* (Aumentar Mercado=2) \* Mejorar en la personalización =2 \* por el Factor de Ponderación (Impacto PLM) para una ponderación del 100%, se obtiene el valor de 8 para este ítems.

La sumatoria de los valores de referencia para el constructo *Crecimiento* es de 74; *Rentabilidad*, 106 y *Posicionamiento*, 46; como puede verse en la Tabla 4.5

Tabla 4.5. Valores de referencia para los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*

Construc-to	Variable	Subvariable	Factor de Ponderación %	Resultado
C <sub>11</sub> Crecimiento	C <sub>111</sub> Aumentar Mercado	C <sub>1111</sub> Mejorar en la personalización	100%	8,00
		C <sub>1112</sub> Mejorar los canales de acceso	25%	2,00
		C <sub>1113</sub> Aumentar el servicio al cliente	50%	4,00
	C <sub>112</sub> Proteger Mercado Actual	C <sub>1121</sub> Mejorar las ventajas de forma continua. Que el cliente nos valore	50%	4,00
		C <sub>1122</sub> Reducir los inconvenientes al usuario	100%	8,00
		C <sub>1123</sub> Aumentar el coste del cambio	25%	4,00
	C <sub>113</sub> Mejorar Capacidad de los PPS (lo que hacemos, hacerlo mejor)	C <sub>1131</sub> Mejorar la facilidad de uso	25%	2,00
		C <sub>1133</sub> Mejorar el diseño	50%	4,00
		C <sub>1134</sub> Permitir a los clientes diseñar su necesidad	100%	8,00
		C <sub>1135</sub> Estandarizar el diseño (de las partes comunes)	100%	8,00
	C <sub>114</sub> Desarrollar Nuevos PPS	C <sub>1136</sub> Reducir la diferencia entre la necesidad del cliente y la oferta que podemos hacer	100%	8,00
		C <sub>1141</sub> Aumentar el número de ideas aplicables a productos	50%	4,00

Continuación Tabla 4.5.

		C <sub>1142</sub> Aumentar la modularidad de los servicios. Crear nuevos servicios	50%	4,00
	C <sub>115</sub> <i>Construir Ingresos Continuos</i>	C <sub>1151</sub> Aumentar la vinculación uso pago.	50%	4,00
		C <sub>1152</sub> Aumentar los valores de las garantías	25%	2,00
<b>Subtotal Crecimiento</b>				<b>74,00</b>
R <sub>12</sub> Rentabilidad	R <sub>121</sub> <i>Aumentar el Valor y el precio</i>	R <sub>1211</sub> Cobrar por servicios exclusivos	50%	4,00
		R <sub>1212</sub> Reducir tiempo de respuesta y formación	50%	4,00
		R <sub>1213</sub> Eliminar costes indirectos	25%	2,00
		R <sub>1214</sub> Aumentar los canales de servicio	50%	4,00
		R <sub>1215</sub> Reducir costes paralelos al usuario	50%	4,00
	R <sub>122</sub> <i>Reducir costes de los procesos</i>	R <sub>1221</sub> Eliminar tiempo de personal	100%	8,00
		R <sub>1222</sub> Reducir los documentos	50%	4,00
		R <sub>1223</sub> Reducir el tiempo de consultoría / Preventa al cliente	50%	4,00
		R <sub>1224</sub> Digitalizar (no manual) para recuperar o reutilizar	100%	8,00
	R <sub>123</sub> <i>Reducir costes de los suministros</i>	R <sub>1231</sub> Eliminar accesorios innecesarios	50%	4,00
		R <sub>1232</sub> Eliminar gastos de desplazamiento	25%	2,00
		R <sub>1233</sub> Transferir costes a proveedores	25%	2,00
	R <sub>124</sub> <i>Evitar el despilfarro</i>	R <sub>1241</sub> Reducir retrabajos por errores	100%	8,00
		R <sub>1242</sub> Eliminar reintroducción de datos (LDM)	100%	8,00
		R <sub>1243</sub> Disminuir locales (planta de producción) y almacenes	25%	2,00

Continuación Tabla 4.5.

		R <sub>1244</sub> Eliminar consultas a personas	100%	8,00
		R <sub>1245</sub> Eliminar trabajos incompletos	50%	4,00
	<i>R<sub>125</sub> Ahorros en coordinación - errores</i>	R <sub>1251</sub> Aumentar la visibilidad de los procesos	100%	8,00
		R <sub>1252</sub> Mejorar la colaboración con otros participantes	100%	8,00
		R <sub>1253</sub> Hacerse con el flujo de información de otro proceso	100%	8,00
		R <sub>1254</sub> Diseñar para fallos aceptables	25%	2,00
<b>Subtotal Rentabilidad RT</b>				<b>106,00</b>
<b>P<sub>13</sub> Posicionamiento</b>	<i>P<sub>131</sub> Aumentar la calidad del servicio</i>	P <sub>1311</sub> Detección temprana de errores	50%	4,00
		P <sub>1312</sub> Reducir el número de interacciones	100%	8,00
		P <sub>1313</sub> Reducir el número de interlocutores	100%	8,00
		P <sub>1314</sub> Aumentar la disponibilidad horaria del servicio	25%	2,00
	<i>P<sub>132</sub> Reducir los plazos de ejecución</i>	P <sub>1321</sub> Realizar trabajos en paralelo	100%	8,00
		P <sub>1322</sub> Aumentar la predicción de las entregas	50%	4,00
		P <sub>1323</sub> Evitar el control como paso que retrasa el plazo de entrega	25%	2,00
	<i>P<sub>133</sub> Mejorar la MARCA</i>	P <sub>1331</sub> Reforzar la identidad del servicio	25%	2,00
		P <sub>1332</sub> Aumentar la acción de marketing directo	25%	2,00
	<i>P<sub>134</sub> Ganar una mejor posición</i>	P <sub>1341</sub> Explicitar los compromisos de calidad	25%	2,00
		P <sub>1342</sub> Aumentar los atributos de diferenciación	25%	2,00
	<i>P<sub>135</sub> Aprovechar nuevas oportunidades</i>	P <sub>1351</sub> Aumentar la venta cruzada	25%	2,00

Continuación Tabla 4.5.

Subtotal Posicionamiento PT	46,00
Valor total Crecimiento CT + Rentabilidad RT + Posicionamiento PT	224

Fuente: Elaboración propia, 2014

La Tabla 4.5. anterior, representa los factores a tener en cuenta para la obtención del valor de referencia. Obtendremos la valoración correspondiente a los ítems considerados valores máximos a alcanzar con la implementación de la tecnología PLM, de acuerdo con los coeficientes asignados a cada ítem, considerando la respuesta de Alto (valor 2) para cada subítem.

Esto significa que el valor final de cada subítem es el producto del constructo (Crecimiento = valor 2) por el primer subítem (Aumentar Mercado = 2) por el segundo subítem (Mejorar en la personalización = 2) que multiplicado por el coeficiente de Ponderación (Impacto PLM) se obtiene el valor 8 para una ponderación del 100%.

El factor de ponderación puede tomar valores de 25, 50 y 100% en función del impacto esperado por la conjunción de constructo, variable y subvariable de cada ítems en estudio.

#### **4.6.2. Resultados y discusión sobre la aplicación del modelo en la muestra estudiada**

En las siguientes tablas podemos observar cómo están distribuidas las empresas según su facturación, cantidad de empleados y cantidad de personal técnico en relación al personal total.

La mayoría de las empresas contactadas estaba involucrada en todo el ciclo productivo según las características del sector, así como en ventas con diversidad de productos.

Procesamos los datos registrados de todas las empresas en una base de datos en formato Excel, de modo tal que generamos una tabla de valores (Tabla 4.6 que se adjunta en formato *Recopilación de datos* en capítulo de Anexos (Anexo 2).

Los valores resultantes de las tablas corresponden a los  $n$  valores tomados de la muestra de empresas. Por lo cual, el valor de la tabla, resulta de la sumatoria de los valores de todas las empresas y de su

correspondiente segmentación, dividido por el número de empresas de ese grupo (Ver Tabla 4.6)

4.6.2.1. Segmentación por facturación

La Tabla 4.6. muestra los resultados encontrados en las empresas pequeñas 1, medianas 2 y grandes 3; VR es el valor de referencia teórico máximo alcanzado en función de la facturación de las mismas, considerando las empresas de más de 5 millones de dólares. Esto significa que no tenemos en cuenta para este análisis las muy pequeñas, por considerarse no viable la aplicación de sistemas PLM en cuanto a la inversión para la implantación, según lo manifestado por los consultores de implantación (Cuadro 3.2) y los informes de consultoras especializadas en este tema: (AberdeenAberdeenGroup report, 2007), (AMR Research), (CIMdata), (John Stark Associates) y (Tech-Clarity).

Tabla 4.6. Resultados de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) para cada uno de los subitems de cada constructo crecimiento, rentabilidad y posicionamiento segmentada por facturación

	1.1 CRECIMIENTO					1.2 RENTABILIDAD					1.3 POSICIONAMIENTO				
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5
<b>SF1</b>	5,17	4,56	6,37	1,44	0,39	1,60	8,59	3,00	10,76	6,65	5,08	3,18	1,09	0,84	0,32
<b>SF2</b>	4,39	4,09	5,91	1,05	0,23	1,69	8,64	2,64	10,52	5,93	5,08	3,45	1,10	0,90	0,31
<b>SF3</b>	4,29	4,31	6,94	1,46	0,31	1,78	8,96	2,85	10,96	6,38	6,07	3,59	1,18	1,07	0,32
<b>VR</b>	14	16	30	8	6	18	24	8	30	26	22	14	4	4	2

Fuente: Elaboración propia, 2014

A continuación mostraremos la misma tabla pero en términos porcentuales, es decir, mostrando el valor porcentual de cada variable respecto al VR.

Para ello se divide cada variable por el VR correspondiente.

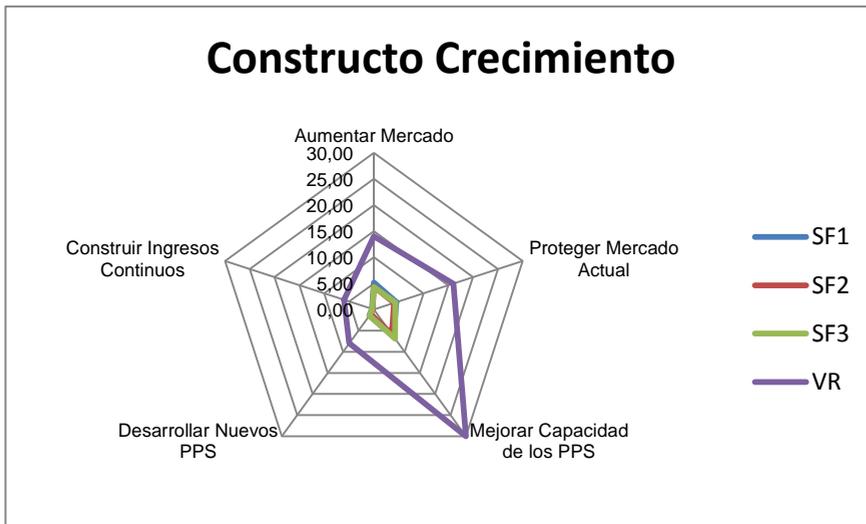
La Tabla 4.7. nos muestra el porcentual del impacto de cada variable y nos permite identificar la variación de sensibilidad de cada una.

Tabla 4.7 Resultados de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) para cada uno de los subitems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por facturación, mostrados en forma porcentual

	1.1 CRECIMIENTO					1.2 RENTABILIDAD					1.3 POSICIONAMIENTO				
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5
<b>SF1</b>	36,93	28,50	21,23	18,00	6,50	8,89	35,79	37,50	35,87	25,58	23,09	22,71	27,25	21,00	16,00
<b>SF2</b>	31,36	25,56	19,70	13,13	3,83	9,39	36,00	33,00	35,07	22,81	23,09	24,64	27,50	22,50	15,50
<b>SF3</b>	30,64	26,94	23,13	18,25	5,17	9,89	37,33	35,63	36,53	24,54	27,59	25,64	29,50	26,75	16,00
<b>VR</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia, 2014

En el Gráfico 4.2. mostramos, en un diagrama polar, la representación del constructo *Crecimiento* de acuerdo con la Tabla 4.6.



Fuente: Elaboración propia, 2014

Gráfico 4.2. Constructo Crecimiento para empresas con baja, media y alta facturación

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una facturación entre 5 y 10 Millones de dólares ( $SF_1$ ).

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una facturación entre 10 y 15 Millones de dólares ( $SF_2$ ).

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una facturación de más de 15 Millones de dólares ( $SF_3$ ).

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable. (Ver Tabla 4.5.).

Los ejes 1, 2, 3, 4 y 5 del Gráfico 4.2. se corresponde con las variables  $C_{111}$ ,  $C_{112}$ ,  $C_{113}$ ,  $C_{114}$ ,  $C_{115}$  del constructo *Crecimiento*.

$C_{111}$  = Aumentar el mercado

$C_{112}$  = Proteger el mercado actual

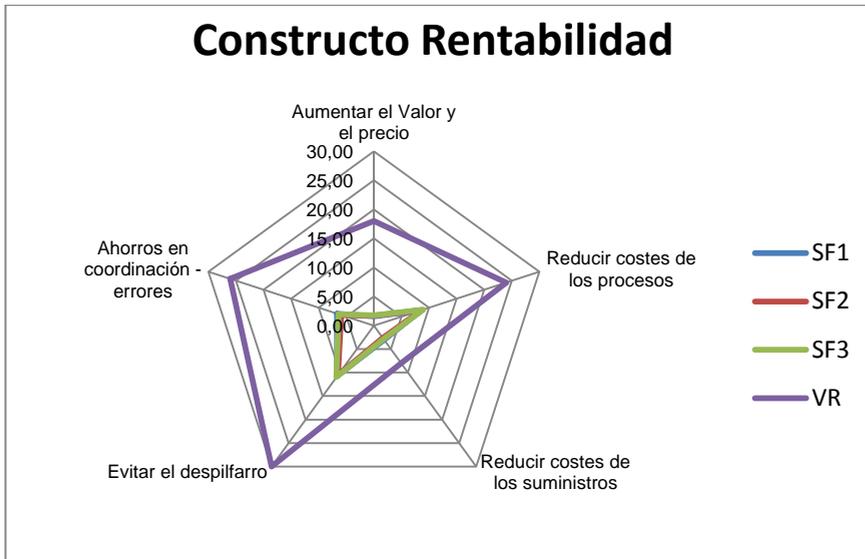
$C_{113}$  = Mejor capacidad de los PPS

$C_{114}$  = Desarrollar nuevos PPS

$C_{115}$  = Construir ingresos continuos

Observamos que, en las empresas pequeñas, medianas y grandes, *Aumentar mercado* (variable  $C_{111}$ ) del constructo *Crecimiento*, alcanza valores próximos al 37% del Valor de Referencia (VR) y cercanos al 30% para la variable  $C_{112}$  *Proteger el mercado actual*, especialmente para las pequeñas empresas. El resto de las variables son menos sensibles a dichos cambios, no obstante, acompañan en forma suave con la tendencia de la VR.

El Gráfico 4.3. muestra, en otro diagrama polar, la representación del constructo *Rentabilidad* según la Tabla 4.6.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.3. Constructo Rentabilidad para empresas con baja, media y alta facturación**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una facturación entre 5 y 10 Millones de dólares ( $SF_1$ ).

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una facturación entre 10 y 15 Millones de dólares ( $SF_2$ ).

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una facturación de más de 15 Millones de dólares ( $SF_3$ ).

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable. (Ver Tabla 4.5.).

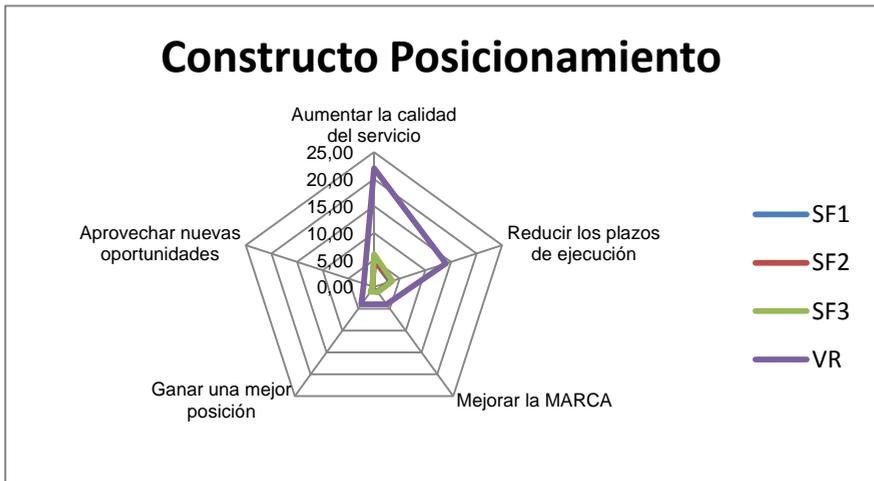
Los ejes 1, 2, 3, 4 y 5 del Gráfico 4.3 se corresponde con las variables  $R_{111}$ ,  $R_{112}$ ,  $R_{113}$ ,  $R_{114}$ ,  $R_{115}$  del constructo *Rentabilidad*.

- R<sub>121</sub> = Aumentar el valor y el precio
- R<sub>122</sub> = Reducir costo de los procesos
- R<sub>123</sub> = Reducir costo de los suministros
- R<sub>124</sub> = Evitar el despilfarro
- R<sub>125</sub> = Ahorros en coordinación

Observamos que en las empresas pequeñas, medianas y grandes las variables R<sub>122</sub> *Reducir costo de los procesos*, R<sub>123</sub> *Reducir costo de los suministros*, R<sub>124</sub> *Evitar el despilfarro*, se acercan al 38% del VR; el resto de las variables son menos traccionadas respecto del valor de referencia.

Los valores de las variables mencionadas son prácticamente iguales, independientes de la facturación de las empresas, demostrando un alto interés de las mismas respecto de estas variables del constructo *Rentabilidad*.

En el Gráfico 4.4. mostramos, en un diagrama polar, la representación del constructo *Posicionamiento* según la Tabla 4.6.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.4. Constructo Posicionamiento para empresas con baja, media y alta facturación**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una facturación entre 5 y 10 Millones de dólares ( $SF_1$ ).

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una facturación entre 10 y 15 Millones de dólares ( $SF_2$ ).

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una facturación de más de 15 Millones de dólares ( $SF_3$ ).

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

Los ejes 1, 2, 3, 4 y 5 del Gráfico 4.4 se corresponde con las variables  $P_{111}$ ,  $P_{112}$ ,  $P_{113}$ ,  $P_{114}$ ,  $P_{115}$  del constructo *Posicionamiento*.

$P_{131}$ = Aumentar la calidad del servicio

$P_{132}$ = Reducir los plazos de ejecución

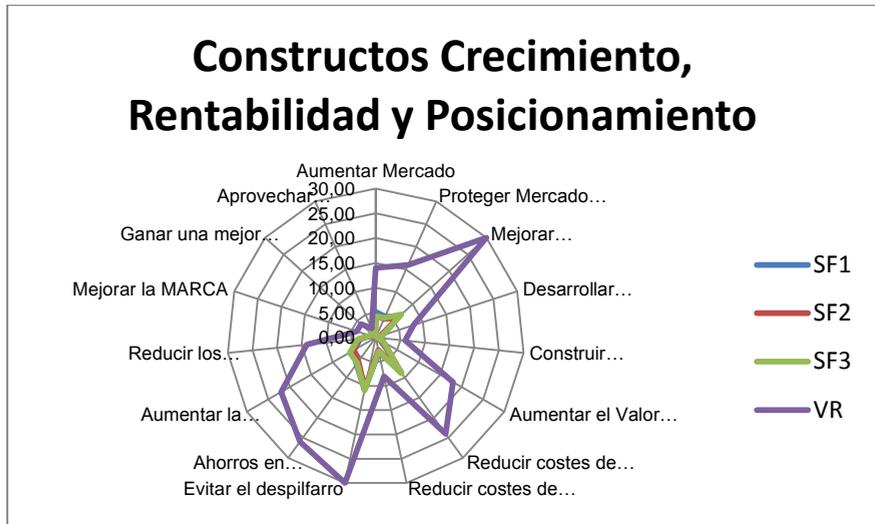
$P_{133}$ = Mejorar la marca

$P_{134}$ = Ganar una mejor posición

$P_{135}$ = Aprovechar nuevas oportunidades

Observamos que las empresas grandes, con respecto al constructo *Posicionamiento* tienen un comportamiento que denota un interés en *Aumentar la calidad de servicio* ( $P_{131}$ ) con 28,5% y con respecto a la variable  $P_{133}$  *Mejorar la marca* se alcanzan valores próximos al 30% para los tres grupos de empresas, independientes de su facturación.

El Gráfico 4.5. muestra, en un diagrama polar, la representación de los tres constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* según la Tabla 4.6.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.5. Constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento para empresas con baja, media y alta facturación**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una facturación entre 5 y 10 Millones de dólares ( $SF_1$ ).

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una facturación entre 10 y 15 Millones de dólares ( $SF_2$ ).

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una facturación de más de 15 Millones de dólares ( $SF_3$ ).

VR Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

Los ejes 1, 2, 3, 4 y 5 del Gráfico 4.6 se corresponde con las variables  $C_{111}$ ,  $C_{112}$ ,  $C_{113}$ ,  $C_{114}$ ,  $C_{115}$ ,  $C_{121}$ ,  $C_{122}$ ,  $C_{123}$ ,  $C_{124}$ ,  $C_{125}$ ,  $C_{131}$ ,  $C_{132}$ ,  $C_{133}$ ,  $C_{134}$  y  $C_{135}$  de los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*.

Observamos en el Gráfico de conjunto 4.6. que, en las variables *Aumentar mercado* ( $C_{111}$ ) del constructo *Crecimiento*, se acerca al 37% del Valor de Referencia (VR) para empresas de baja facturación y 32% para empresas de media y alta facturación.

Las variables ( $R_{122}$  *Reducir costo de los procesos*,  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros* y  $R_{124}$  *Evitar el despilfarro*) se acercan al 38% del (VR), con valores prácticamente constantes respecto de la facturación de las empresas. El resto de las variables son menos traccionadas respecto del valor de referencia.

Con respecto al constructo *Posicionamiento*, tienen un comportamiento que denota un interés en *Aumentar la calidad de servicio* ( $P_{131}$ ) en empresas de alta facturación y *Mejorar la marca* ( $P_{133}$ ) en todas las empresas independientes de su facturación. El resto de las variables son menos sensibles a dichos cambios, no obstante acompañan en forma suave con la tendencia de la VR.

#### 4.6.2.2. Segmentación según cantidad de empleados

La Tabla 4.7. muestra los resultados encontrados en las empresas en función de la cantidad de empleados, considerando las que tienen más de 30 empleados. Esto significa que no se consideran en este análisis, las muy pequeñas por considerarse no viable la aplicación de sistemas PLM, en cuanto a la inversión para la implantación, según lo manifestado por los consultores según lo manifestado por los consultores de implantación (Cuadro 3.2) y los informes de consultoras especializadas en este tema (AberdeenAberdeenGroup report, 2007) (AMR Research) (CIMdata) (John Stark Associates), y (Tech-Clarity).

Los datos de cada celda son la media aritmética de los valores de las encuestas de la totalidad de las empresas (Ver Anexo 1).

**Tabla 4.8. Resultados de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) para cada uno de los subitems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por cantidad de empleados**

	1.1 CRECIMIENTO					1.2 RENTABILIDAD					1.3 POSICIONAMIENTO				
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5
<b>ST1</b>	5,03	3,92	5,91	1,39	0,38	1,54	7,68	2,47	9,58	6,91	4,47	2,97	0,83	0,66	0,26
<b>ST2</b>	5,50	6,06	7,47	1,56	0,41	1,75	10,75	4,25	13,56	6,03	6,53	3,66	1,72	1,28	0,47
<b>ST3</b>	4,29	4,31	6,94	1,46	0,31	1,78	8,96	2,85	10,96	6,38	6,07	3,59	1,18	1,07	0,32
<b>VR</b>	14	16	30	8	6	18	24	8	30	26	22	14	4	4	2

Fuente: Elaboración propia, 2014

A continuación mostraremos la misma tabla pero en términos porcentuales, es decir, presentando el valor porcentual de cada variable respecto al VR. Para ello se divide cada variable por el VR correspondiente.

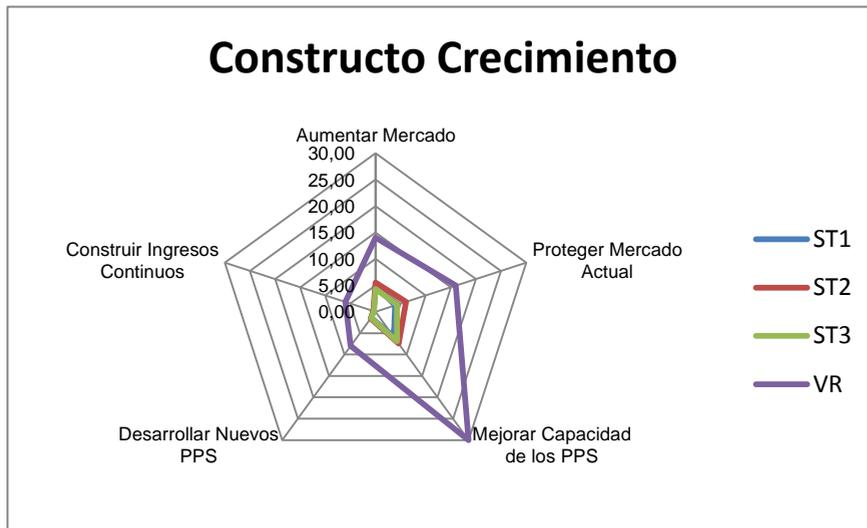
La tabla 4.9 nos muestra el porcentual del impacto de cada variable y nos permite identificar la variación de sensibilidad de cada una.

**Tabla 4.9 Resultados de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) para cada uno de los subitems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por cantidad de empleados, mostrados en forma porcentual**

	1.1 CRECIMIENTO					1.2 RENTABILIDAD					1.3 POSICIONAMIENTO				
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5
<b>ST1</b>	35,93	24,50	19,70	17,38	6,33	8,56	32,00	30,88	31,93	26,58	20,32	21,21	20,75	16,50	13,00
<b>ST2</b>	39,29	37,88	24,90	19,50	6,83	9,72	44,79	53,13	45,20	23,19	29,68	26,14	43,00	32,00	23,50
<b>ST3</b>	30,64	26,94	23,13	18,25	5,17	9,89	37,33	35,63	36,53	24,54	27,59	25,64	29,50	26,75	16,00
<b>VR</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia, 2014

Los gráficos polares siguientes (4.6., 4.7. y 4.8.) muestran los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*, contrastado con el valor de referencia alcanzado por la implementación de sistemas PLM para empresas pequeñas, medianas y grandes, de acuerdo con la cantidad de trabajadores y según la Tabla 4.7.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.6. Constructo Crecimiento según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una cantidad de trabajadores entre 30 y 99.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una cantidad de trabajadores entre 100 y 199.

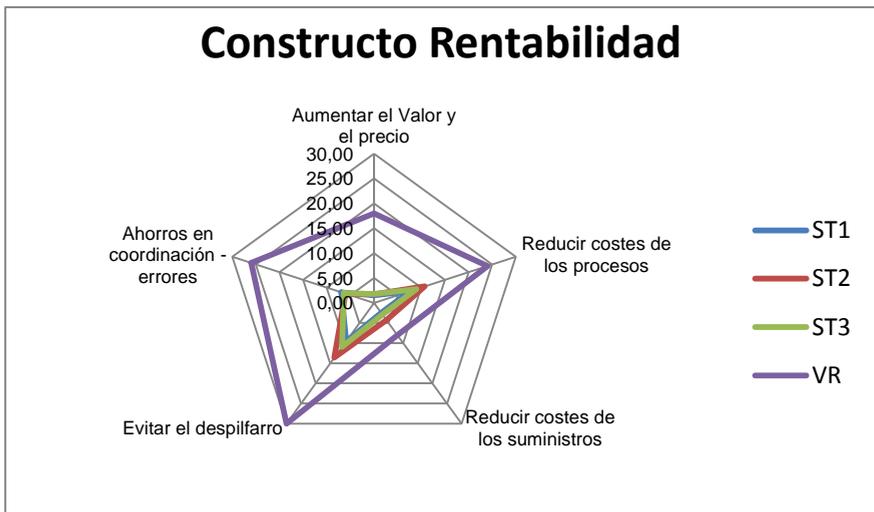
$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una cantidad de trabajadores mayor de 200.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

- C<sub>111</sub> = Aumentar el mercado
- C<sub>112</sub> = Proteger el mercado actual
- C<sub>113</sub> = Mejorar capacidad de los PPS
- C<sub>114</sub> = Desarrollar nuevos PPS
- C<sub>115</sub> = Construir ingresos continuos

Observamos que, en las empresas pequeñas, medianas y grandes, *Aumentar mercado* (variable C<sub>111</sub>) del constructo *Crecimiento*, alcanza valores próximos al 40% del Valor de Referencia (VR) y cercanos al 38% para la variable C<sub>112</sub> *Proteger el mercado actual*, especialmente para las medianas empresas. El resto de las variables son menos sensibles a dichos cambios, no obstante, acompañan en forma suave con la tendencia de la VR.

El Gráfico 4.7. muestra, en un diagrama polar, la representación de la variable *Rentabilidad* según la Tabla 4.7.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.7. Constructo Rentabilidad según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una cantidad de trabajadores entre 30 y 99.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una cantidad de trabajadores entre 100 y 199.

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una cantidad de trabajadores mayor de 200.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable.

$R_{121}$  = Aumentar el valor y el precio

$R_{122}$  = Reducir costo de los procesos

$R_{123}$  = Reducir costo de los suministros

$R_{124}$  = Evitar el despilfarro

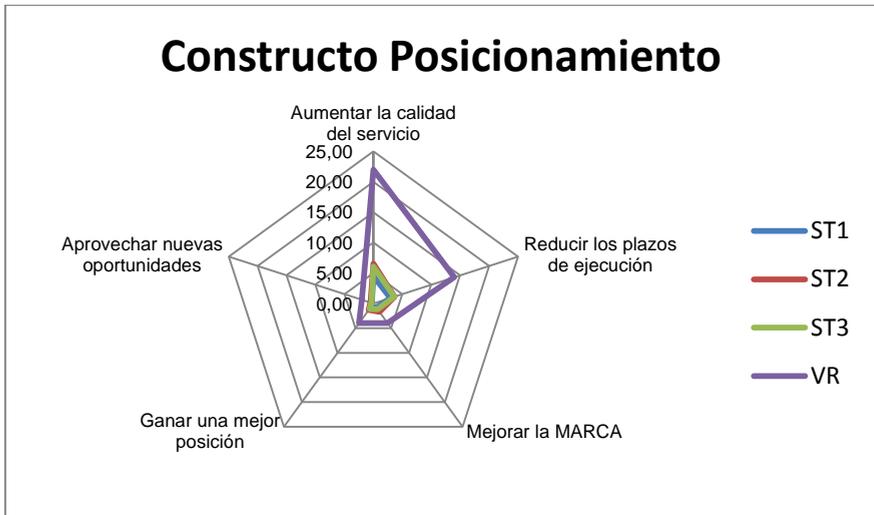
$R_{125}$  = Ahorros en coordinación

Observamos que en las empresas pequeñas, medianas y grandes las variables  $R_{122}$  *Reducir costo de los procesos*,  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros*,  $R_{124}$  *Evitar el despilfarro* se acercan al 45% del VR; el resto de las variables son menos traccionadas respecto del valor de referencia.

Se observa una máximo del 53% para la variable  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros* en las empresas medianas.

Los valores de las variables mencionadas son prácticamente iguales, independientes del tamaño de las empresas, demostrando un alto interés de las mismas respecto de estas variables del constructo Rentabilidad.

En el Gráfico 4.8. mostramos, en un diagrama polar, la representación del constructo *Posicionamiento* según la Tabla 4.7.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.8. Constructo Posicionamiento según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una cantidad de trabajadores entre 30 y 99.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una cantidad de trabajadores entre 100 y 199.

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una cantidad de trabajadores mayor de 200.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable.

$P_{131}$ = Aumentar la calidad del servicio

$P_{132}$ = Reducir los plazos de ejecución

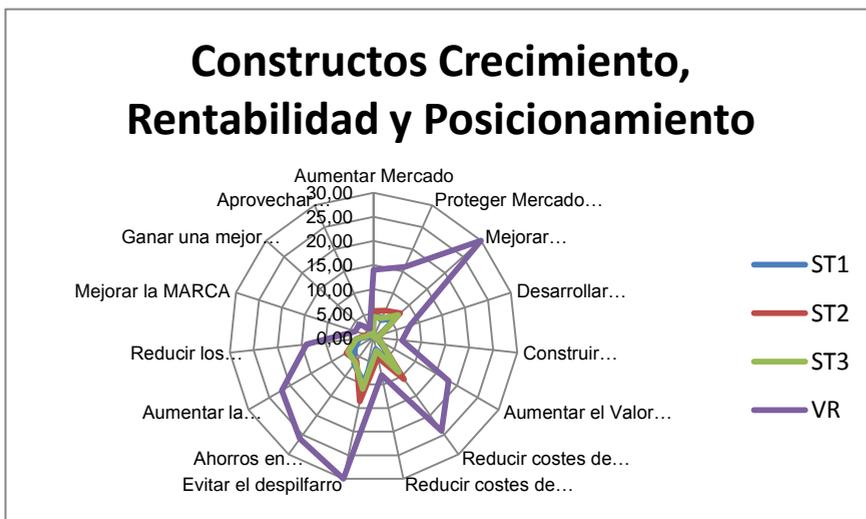
$P_{133}$ = Mejorar la marca

$P_{134}$ = Ganar una mejor posición

$P_{135}$ = Aprovechar nuevas oportunidades

Observamos que las empresas medianas y grandes, con respecto al constructo *Posicionamiento*, tienen un comportamiento que denota un interés en *Mejorar la marca* ( $P_{133}$ ) y con respecto a la variable  $P_{134}$  *Ganar una mejor posición* se alcanzan valores próximos al 32% para las empresas medianas.

El Gráfico 4.9. muestra, en un diagrama polar, la representación de los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* según la Tabla 4.7.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.9. Constructos Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento según cantidad de empleados para pequeñas, medianas y grandes empresas**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una cantidad de trabajadores entre 30 y 99.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una cantidad de trabajadores entre 100 y 199.

E<sub>3</sub> (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una cantidad de trabajadores mayor de 200.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

Observamos en el Gráfico de conjunto 4.10. que, en las variables *Aumentar mercado* (C<sub>111</sub>) del constructo *Crecimiento*, alcanza el 39% del Valor de Referencia (VR) para empresas de tamaño medio, 36% para empresas pequeñas y 31% para empresas grandes. Respecto de la variable *Proteger el mercado actual* (C<sub>112</sub>) la misma alcanza el valor de 38%.

Las variables (R<sub>122</sub> *Reducir costo de los procesos*, R<sub>123</sub> *Reducir costo de los suministros* y R<sub>124</sub> *Evitar el despilfarr*) del constructo *Rentabilidad* toman valores entre el 40% al 53% del (VR), con marcada superioridad para las empresas medias.

Con respecto al constructo *Posicionamiento*, tienen un comportamiento que denota un interés en *Mejorar la marca* (P<sub>133</sub>) en las empresas medianas y grandes con valores del 43% y 30% respectivamente. al igual que la variable *Ganar una mejor posición* (P<sub>134</sub>) con un valor del 32%.

#### 4.6.2.3. Segmentación por tasa de personal técnico

La Tabla 4.10. muestra los resultados encontrados en las empresas en función de cantidad de personal técnico en relación al personal total de las mismas, considerando las de más de 30 empleados, es decir, que no se consideran en este análisis las muy pequeñas, por considerarse no viables en la aplicación de sistemas PLM, en cuanto a la inversión para la implantación, según lo manifestado por los consultores de implantación (Cuadro 3.2) y los informes de consultoras especializadas en este tema (AberdeenAberdeenGroup report, 2007), (AMR Research), (CIMdata), (John Stark Associates) (Tech-Clarity).

**Tabla 4.10 Resultados de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) para cada uno de los subitems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por tasa de personal técnico**

	1.1 CRECIMIENTO					1.2 RENTABILIDAD					1.3 POSICIONAMIENTO				
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5
<b>SPT0</b>	4,64	4,58	6,74	1,40	0,30	1,81	8,84	2,88	10,90	6,54	5,91	3,97	1,25	1,07	0,31
<b>SPT1</b>	5,17	4,56	6,37	1,44	0,39	1,60	8,59	3,00	10,76	6,65	5,08	3,18	1,09	0,84	0,32
<b>SPT2</b>	5,08	4,62	6,68	1,38	0,27	1,97	8,96	2,92	10,62	6,85	5,53	3,70	1,21	0,95	0,32
<b>VR</b>	14	16	30	8	6	18	24	8	30	26	22	14	4	4	2

Fuente: Elaboración propia, 2014

A continuación mostraremos la misma tabla pero en términos porcentuales, es decir, mostrando el valor porcentual de cada variable respecto al VR. Para ello se divide cada variable por el VR correspondiente.

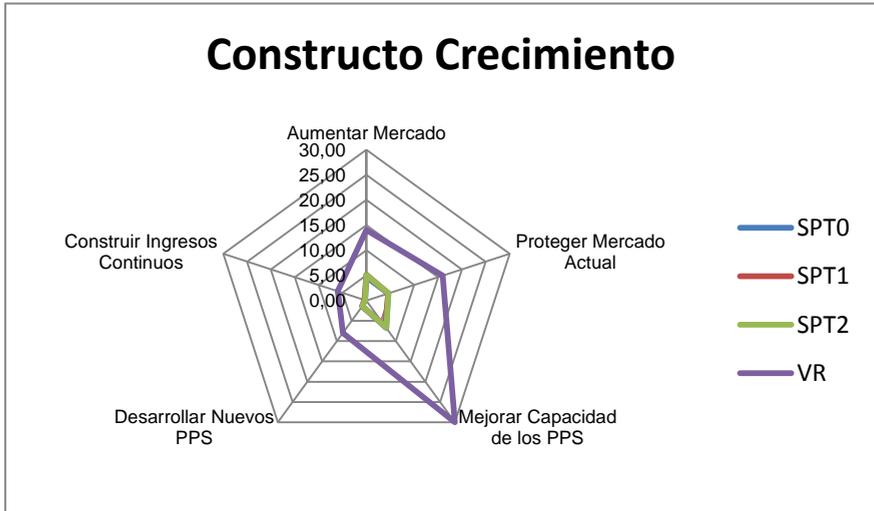
La tabla 4.11 nos muestra el porcentual del impacto de cada variable y nos permite identificar la variación de sensibilidad de cada una.

**Tabla 4.11 Resultados de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) para cada uno de los subitems de cada constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento segmentada por tasa de personal técnico, mostrada en forma porcentual**

	1.1 CRECIMIENTO					1.2 RENTABILIDAD					1.3 POSICIONAMIENTO				
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5
<b>SPT0</b>	33,14	28,63	22,47	17,50	5,00	10,06	36,83	36,00	36,33	25,15	26,86	28,36	31,25	26,75	15,50
<b>SPT1</b>	36,93	28,50	21,23	18,00	6,50	8,89	35,79	37,50	35,87	25,58	23,09	22,71	27,25	21,00	16,00
<b>SPT2</b>	36,29	28,88	22,27	17,25	4,50	10,94	37,33	36,50	35,40	26,35	25,14	26,43	30,25	23,75	16,00
<b>VR</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia, 2014

En el Gráfico 4.10. mostramos, en un diagrama polar, la representación del constructo *Crecimiento* según la Tabla 4.10.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.10. Constructo Crecimiento para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una tasa de técnicos porcentual, de 0 a 6%.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas* con una tasa de técnicos porcentual, de 6 a 12%.

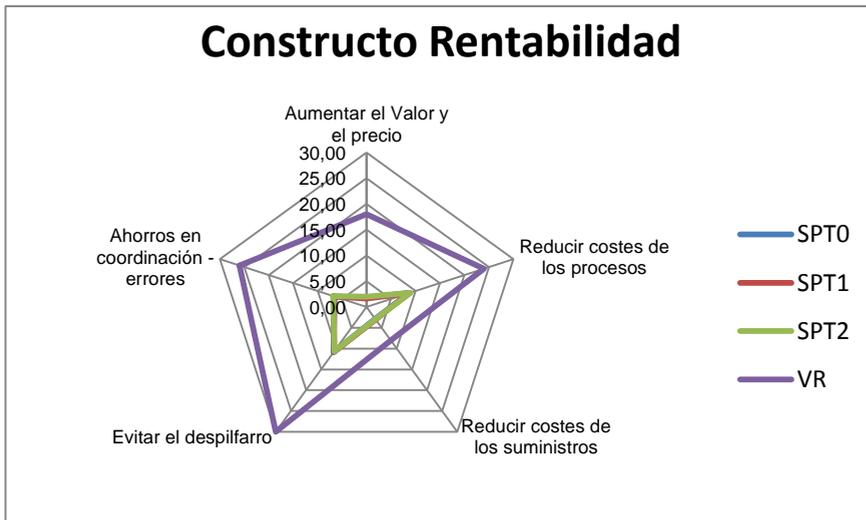
$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una tasa de técnicos porcentual, de más de 12%.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

- C<sub>111</sub> = Aumentar el mercado
- C<sub>112</sub> = Proteger el mercado actual
- C<sub>113</sub> = Mejorar capacidad de los PPS
- C<sub>114</sub> = Desarrollar nuevos PPS
- C<sub>115</sub> = Construir ingresos continuos

Observamos que, en las empresas pequeñas, medianas y grandes, *Aumentar mercado* (variable C<sub>111</sub>) del constructo *Crecimiento*, alcanza valores próximos al 37% del Valor de Referencia (VR) y cercanos al 30% para la variable C<sub>112</sub> *Proteger el mercado actual*, para las medianas y grandes empresas.

A continuación (Gráfico 4.11.) mostramos, en un diagrama polar, la representación del constructo *Rentabilidad* según la tabla anterior 4.10.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.11. Constructo Rentabilidad para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *pequeñas*, con una tasa de técnicos porcentual, de 0 a 6%.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una tasa de técnicos porcentual, de 6 a 12%.

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una tasa de técnicos porcentual más de 12%.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

$R_{121}$  = Aumentar el valor y el precio

$R_{122}$  = Reducir costo de los procesos

$R_{123}$  = Reducir costo de los suministros

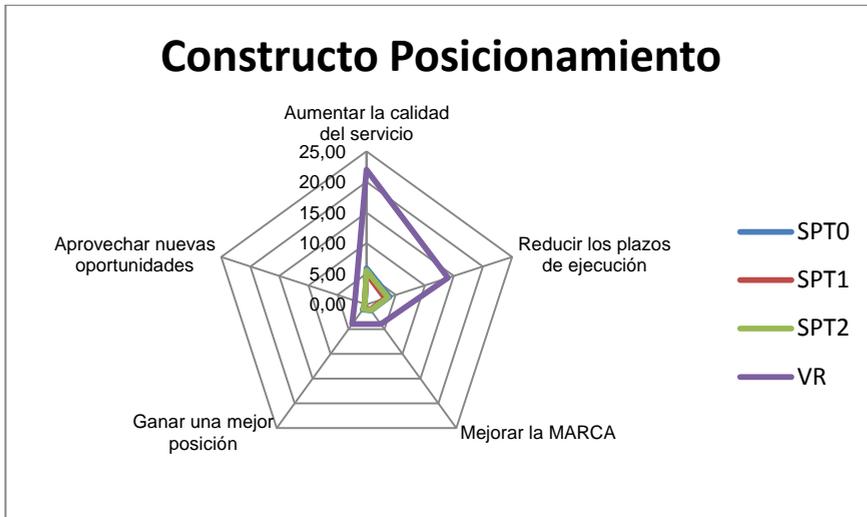
$R_{124}$  = Evitar el despilfarro

$R_{125}$  = Ahorros en coordinación

Observamos que en las empresas pequeñas, medianas y grandes las variables  $R_{122}$  *Reducir costo de los procesos*,  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros*,  $R_{124}$  *Evitar el despilfarro* se acercan al 40% del VR.

Los valores de las variables mencionadas son prácticamente iguales, independientes del tamaño de las empresas, demostrando un alto interés de las mismas respecto de estas variables del constructo Rentabilidad.

En el Gráfico 4.12. se muestra, en un diagrama polar, la representación del constructo *Posicionamiento* según la Tabla 4.8.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.12. Constructo Posicionamiento para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una tasa de técnicos porcentual, de 0 a 6%.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una tasa de técnicos porcentual, de 6 a 12%.

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una tasa de técnicos porcentual más de 12%.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

$P_{131}$ = Aumentar la calidad del servicio

$P_{132}$ = Reducir los plazos de ejecución

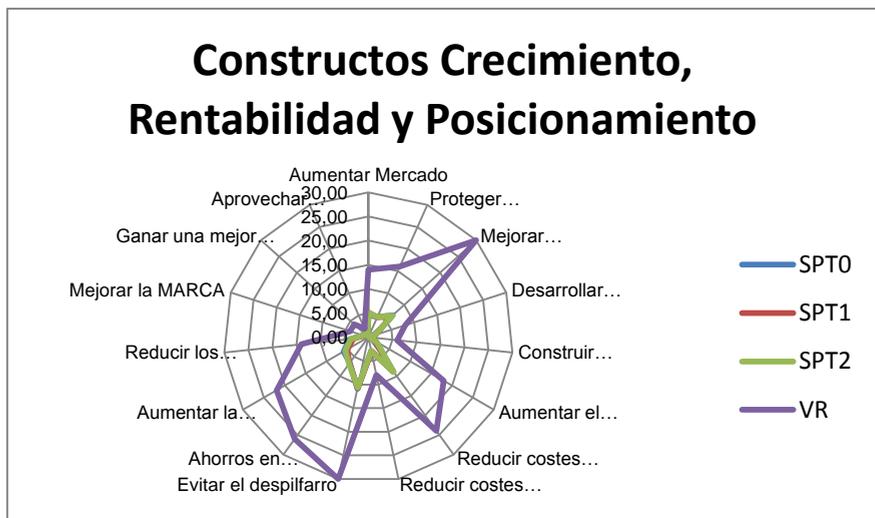
$P_{133}$ = Mejorar la marca

$P_{134}$ = Ganar una mejor posición

$P_{135}$ = Aprovechar nuevas oportunidades

Observamos que las empresas pequeñas, medianas y grandes, con respecto al constructo *Posicionamiento*, tienen un comportamiento que denota un interés en *Mejorar la marca* ( $P_{133}$ ) con un valor de 31%. El resto de las variables no toman valores significativos a destacar.

El Gráfico 4.13. muestra en un diagrama polar, la representación de los constructos *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* según la Tabla 4.10.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Gráfico 4.13. Constructo Crecimiento, Rentabilidad y Posicionamiento para empresas en función de la relación del personal técnico versus la cantidad total de empleados**

Los valores:

$E_1$  (color azul), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Pequeñas*, con una tasa de técnicos porcentual, de 0 a 6%.

$E_2$  (color rojo), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Medianas*, con una tasa de técnicos porcentual de 6 a 12%.

$E_3$  (color verde), corresponden a las muestras tomadas a las empresas denominadas *Grandes*, con una tasa de técnicos porcentual, más de 12%.

VR: Valor de referencia correspondiente al valor máximo alcanzable (Ver Tabla 4.5.).

Observamos en el Gráfico de conjunto 4.13. que, en la variable *Aumentar mercado* ( $C_{111}$ ) del constructo *Crecimiento*, alcanza el 37% del Valor de Referencia (VR) para empresas de tamaño medio, 33% para empresas pequeñas y 36% para empresas grandes.

Las variables ( $R_{122}$  *Reducir costo de los procesos*,  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros* y  $R_{124}$  *Evitar el despilfarro*) del constructo *Rentabilidad* toman valores próximos al 38% del (VR), para las tres variables independientemente del tamaño de la empresa.

Con respecto al constructo *Posicionamiento*, tienen un comportamiento que denota un interés en Mejorar la marca ( $P_{133}$ ) en las empresas pequeñas, medianas y grandes con valores cercanos al 31%, el resto de las variables no toman valores a destacar.

Una vez vistos los gráficos correspondientes a los constructos y su representación gráfica mediante diagramas polares procederemos a la validación de las hipótesis.

#### **4.7. Validación de las hipótesis**

$H_0$ : La hipótesis principal está basada en la posibilidad de generar un modelo heurístico capaz de determinar el posicionamiento de una empresa, en cuanto a la implementación de tecnologías PLM.

La hipótesis principal ha sido validada al 100% mediante la generación de un modelo propuesto y su generalización.

Del mismo modo, en el desarrollo del modelo y en la representación de los resultados de la investigación, han quedado demostradas las sub-hipótesis siguientes:

$H_1$ : Se puede medir el impacto de las tecnologías PLM en relación a la segmentación de las empresas existentes, según podemos ver en los apartados 4.6.2, 4.6.2.1, 4.6.2.2 y 4.6.2.3.

La hipótesis  $H_1$  ha sido validada en la muestra, pero sugerimos ampliar su tamaño para poder determinar con exactitud el porcentaje de validación alcanzado.

$H_2$ : Podemos medir el beneficio que supone el impacto de las tecnologías PLM para las empresas de la región centro de Argentina según el apartado 4.6.2.1, 4.6.2.2 y 4.6.2.3.

La hipótesis  $H_2$  ha sido validada en la muestra, considerando el sector metalúrgico y en una región específica pero no se puede inferir para otros sectores los resultados obtenidos, siendo necesario ampliar la investigación a otros sectores, regiones y mayor número de empresas.

# 5

## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Con esta propuesta pretendemos aportar una visión diferente para el diagnóstico y medición del impacto de las tecnologías PLM en empresas PyMEs de Argentina

Basamos esta afirmación en las siguientes consideraciones:

1. Partimos de un modelo teórico desarrollado expofeso para la investigación, proponiendo su generalización para otros sectores relacionados con la gestión del conocimiento.
2. Fundamentamos el modelo propuesto en investigaciones y experiencias previas en PyMEs similares a las que nos proponemos diagnosticar, pero sin renunciar a la utilización de los conceptos universales de la gestión del conocimiento.
3. Dentro del modelo propuesto contemplamos la estructura conceptual del máximo responsable de la organización, en cuanto a su valoración de los criterios sobre los cuales intentamos diagnosticar.
4. Establecemos los resultados considerando tres constructos que surgen como esenciales: *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento* a los efectos de impacto por tecnología PLM.

A partir de dichas consideraciones, contestamos las siguientes preguntas:

- ¿Cómo está la empresa en relación a los parámetros que parecen ser comunes en las organizaciones (PyMEs) mejor posicionadas?
- ¿Qué desviaciones se encuentran entre lo que el diagnóstico muestra y lo que el empresario pretende?
- ¿En cuánto difiere el modelo conceptual del empresario del modelo teórico propuesto?

Las respuestas a estas preguntas surge a partir de la observación de los indicadores resultantes y el análisis de detalle de su composición aparecen como consecuencia del análisis de los ítems que componen los criterios más comprometidos, permitiendo establecer los lineamientos para el desarrollo de un plan de intervención.

Después de realizar el diagnóstico sobre 30 empresas PyME industriales se ha podido generar los informes correspondientes para los responsables de dichas empresas en cuanto a la implementación de los sistemas PLM.

El reducido tamaño de las aplicaciones efectuadas no permite, sin embargo, proponer conclusiones definitivas con fundamentación estadística sobre estos puntos. La acumulación de futuros resultados, al continuar aplicando el modelo a otras firmas, permitirá avanzar sobre las correlaciones mencionadas, confirmándolas o modificándolas, e incluso estableciendo otras, con respecto a los criterios y variables planteadas, que puedan ser de interés en este campo de estudio.

No obstante, los diagnósticos realizados permitieron establecer que contamos con un mecanismo relativamente simple para establecer áreas de oportunidad estratégica, que puede incluso ser utilizado como autoevaluación.

Finalmente, es necesario destacar que, si bien toda la fundamentación teórica y los modelos comparados son aplicables por igual a todo tipo de firmas, tanto las experiencias previas mencionadas como las aplicaciones realizadas ocurrieron en empresas industriales. Es por lo tanto prematuro afirmar que el modelo pueda ser utilizado en empresas de servicio sin ningún tipo de ajustes.

Los análisis sobre una base de datos más extensa, en donde existan empresas PyMEs de servicios, permitirán establecer con mayor precisión la necesidad o no de realizar modificaciones al modelo actualmente propuesto. La realidad de las PyMEs Argentinas no es, necesariamente, 100% compatible con los resultados mostrados por consultoras internacionales sobre el impacto de dichas tecnologías, ya que los

mismos han tenido su origen y han sido probados en el campo de las corporaciones multinacionales y las grandes organizaciones.

## 5.1. Conclusiones específicas

Debemos mencionar que no se encontraron grandes diferencias en cuanto a los resultados obtenidos por segmentación en facturación, cantidad de empleados y relación de empleados técnicos versus cantidad total de empleados. Por lo que destacaremos las observaciones particulares para cada constructo *Crecimiento*, *Rentabilidad* y *Posicionamiento*, en cuanto a las variables y subvariables más sensibles para cada caso y su relación de impacto en cuanto a la estrategia adoptada por la empresa.

Con respecto al constructo *Crecimiento*, según los Gráficos 4.2, 4.6 y 4.10, (págs. 221, 229 y 236) observamos que, en las empresas pequeñas, medianas y grandes, *Aumentar mercado* (variable  $C_{111}$ ) del constructo *Crecimiento*, alcanza valores próximos al 40% del Valor de Referencia (VR). Esta estrategia de aumentar el mercado a través de las mejoras en la personalización, creando un producto más adecuado al cliente final, aumentando la configurabilidad del producto, mejorando los canales de acceso al cliente y aumentando el servicio al cliente por medio de la personalización de los mismos, podría impactar de manera significativa con la implantación de un sistema PLM.

En cuanto a la variable  $C_{112}$  *Proteger el mercado actual* toma valores entre 30% y 38% del (VR) medianas según las distintas segmentaciones; esta estrategia de mejorar las ventajas de forma continua, reducir los inconvenientes al usuario y aumentar el costo del cambio de nuestros productos, fue manifestada fundamentalmente en empresas medianas que es donde se observan los máximos valores alcanzados. El resto de las variables son menos sensibles a dichos cambios, no obstante se ajustan a la tendencia del VR.

Con referencia al constructo *Rentabilidad*, observamos que las variables  $R_{122}$  *Reducir costo de los procesos* a través de la estrategia de eliminar tiempo de personal, Reducir los documentos, el tiempo de consultoría y digitalizar la documentación,  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros* mediante la eliminación de accesorios innecesarios, Gastos de desplazamientos y transferencia de costos a proveedores y  $R_{124}$  *Evitar el despilfarro* a través de reducir retrabajos por errores, eliminación de la reintroducción de datos de lista de materiales, disminución de plantas de producción y almacenes y eliminación de consultas a personas y trabajos incompletos, se acercan al 45% del VR para las distintas

segmentaciones demostrando un alto interés de las mismas respecto de estas variables del constructo.

Observamos en los Gráficos 4.3, 4.7 y 4.11 (págs. 223, 230 y 237) un máximo del 53% para la variable  $R_{123}$  *Reducir costo de los suministros* en las empresas medianas, de acuerdo con la segmentación por tamaño, denota un alto interés en conseguirlo, de manera más clara respecto de las pequeñas y grandes.

En cuanto al constructo *Posicionamiento*, según los Gráficos 4.4, 4.8 y 4.12 (págs. 224, 232 y 239) observamos que las variables ( $P_{133}$ ) *Mejorar la marca* mediante la estrategia de reforzar la identidad de servicio y aumentar la acción de marketing directo toman valores de 43% y 30% respectivamente para las empresas medianas y grandes.

En cuanto a la variable  $P_{134}$  *Ganar una mejor posición* explicitando los compromisos de calidad de la empresa y aumentando los atributos de diferenciación, alcanzan valores próximos al 32% para las empresas medianas.

Cabe destacar que visualizamos estos valores con mayor preponderancia en la segmentación por tamaño y en menor medida en las otras segmentaciones.

Las particularidades mencionadas en este análisis se manifiestan en forma constante en las tres segmentaciones planteadas, con pequeñas variaciones numéricas y las mismas son independiente del punto de vista estudiado.

El modelo permite cuantificar el grado de mejora, con valores porcentuales para cada variable de los constructos estudiados, y establecer estrategias y prioridades en cuanto a la implementación de sistemas PLM en empresas PyMEs metalmecánicas de la Región Centro de Argentina.

## 5.2. Futuras líneas de investigación

En este estudio exploratorio y descriptivo, contamos con una serie de limitaciones, que determinaron decisiones metodológicas y operativas. En primer lugar, el carácter teórico/conceptual de la investigación, indujo a evaluar únicamente los planteamientos por medio de la opinión de expertos, contrastando los hallazgos de la revisión por literatura.

Por consiguiente, esto requirió que enfocáramos los instrumentos para la recolección de información, con objeto de permitir una rápida y precisa cumplimentación de los formularios y fiabilidad en el registro de las opiniones, para evitar errores de interpretación.

La consideración de estas limitaciones permite identificar los lineamientos para futuros estudios que profundicen los hallazgos. En primera instancia, es necesario contrastar el modelo propuesto en sectores industriales diferentes al metalúrgico, y en regiones que difieran de donde se realizó el trabajo de campo (Región Centro de Argentina) a los efectos de verificar el modelo teórico propuesto.

Otro campo de indagación se encuentra entre el vínculo de los constructos extraídos con sus respectivas variables y la ponderación realizada para cada caso, en cuanto al peso otorgado desde un punto de vista de la gestión del conocimiento y su extrapolación a otros rubros de la industria.

También consideramos pertinente trabajar con los distintos *clústers* que agrupan diversos sectores de la industria, a los efectos de validar el modelo con una muestra mayor y así llegar a predecir el grado de mejora a conseguir con la introducción de estas tecnologías, en cada caso, y reorientar las necesidades de las empresas en la implementación de las mismas.

## REFERENCIAS

- Aberdeen Group Report. (March de 2007). Profitable Product Development for SME Small to Midsize Enterprises Profiting from Innovation.
- AberdeenAberdeenGroup report. (March de 2007). *Profitable Product Development for SME Small to Midsize Enterprises Profiting from Innovation*. Recuperado el 12 de septiembre de 2014, de <http://www.aberdeen.com>
- ADIMRA (2010). Recuperado el 10 de agosto de 2010, de <http://www.adimra.com.ar/index.do;jsessionid=019CAFC22B9B3071F045C176ACC55806>
- ADIMRA (2012). Recuperado el 5 de septiembre de 2012, de <http://www.adimra.com.ar/index.do;jsessionid=019CAFC22B9B3071F045C176ACC55806>
- Aguilera, L. (18-20 de mayo de 2005). Impulso de la competitividad de las pequeñas y media-nas empresas mediante la vinculación de los sectores productivos, público, privado y académico, por medio de la planeación estratégica. *Ponencia presentada en el IX Congreso anual de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. Acacia*. Mérida, Yucatán, México.
- Agustín, M. (2009). Módulo 1: Modelado Avanzado en Entornos PLM: Sistemas PLM para Diseño Industrial. Valencia.

- Alcántara, J. (2007). *¿Qué es un ERP? (Enterprise Resource Planning para Linux)*. Recuperado el 9 de Marzo de 2013, de <http://www.versvs.net/anotacion/que-es-un-erp-enterprise-resource-planning-linux>
- Alonso Rodriguez, J. (s.f.). *Sistemas de Prototipado Rápido*. Recuperado el 30 de Mayo de 2013, de <http://webs.uvigo.es/disenoindustrial/docs/protorapid.pdf>
- Alves, A. M., Vagheti,C., Velga, R. y Basile, F.A. (25-28 de octubre de 2005). Pesquisa impacto do software livre e de código aberto (SUCA) na industria de software do Brasil: competencias em SUCA no Brasil . *Ponencia presentada en el XI seminario latino-iberoamericano de gestión tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahia, Salvador, Brasil.
- Amazon - Librerías en línea. (s.f.). Obtenido de <http://www.amazon.com>
- AMR Research. (s.f.). Recuperado el 3 de marzo de 2014, de <http://www.amrresearch.com>
- Argimón Pallas J.M., Jiménez Villa, J. (1994). *Métodos de investigación aplicados a la atención primaria de salud*. 2ª ed. Barcelona: Mosby-Doyma.
- Arreola. (2010). *Diseño Asistido Por Computadora (CAD)*. Recuperado el 15 de mayo de 2013, de <http://le0el.wordpress.com/2010/02/01/disenio-asistido-por-computadora-cad/>
- Ausura, B.; Deck, M. (2005). *The new Product Lifecicle Management systems: What are these PLM systems? And how can they help your company do NPD better?* Recuperado el 3 de diciembre de 2006, de <http://www.pdma.org/visions/jan03/plm.htm>
- Barreto, P. (2004). Las pyme y la innovación: experiencias internacionales y reflexiones para Colombia. *Inquietud Empresarial, Vil* (1), 111-126.
- Bejarano, J. A. (1998). Elementos para un enfoque de la competitividad en el sector agro-pecuario. *Colección de documentos IICA, Serie competitividad.*, 3, 23-26. Colombia: República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

- Blog Web. (2009). Recuperado el 22 de marzo de 2013, de CIM: <http://msalazar-ingeniero.blogspot.com.ar/>
- Blog Web Taringa!* (2010). Recuperado el 17 de marzo de 2013, de MRP II: <http://www.taringa.net/posts/economia-negocios/3803269/MRP-II.htm>
- Blog Web. Control Numérico Computarizado.* (2009). Recuperado el 15 de mayo de 2013, de <http://cnc-ipm.blogspot.com.ar/2009/07/ventajas-y-desventajas.html>
- BnextERP. (s.f.). *Que es un sistema ERP?* Recuperado el 8 de abril de 2013, de <http://blocknetworks.com.mx/bnext/?q=node/51>
- CAD Digest. (s.f.). *Publicación en línea sobre CAD/CAM/CAE/PLM.* Obtenido de <http://caddigest.com/subjects/PLM/>
- CADdy. (2011). *Impresoras 3D.* Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de <http://www.caddyspain.com/I3Dindex.htm>
- CAF. (2003). *Programa Andino de Competitividad No 8.* Obtenido de Corporación Andina de Fomento : <http://www.caf.com/attach/4/default/bolet%C3%ADnno.8.pdf>
- Calder, B. (agosto de 1977). *Focus Groups and the nature of Qualitative marketing research.* Obtenido de Journal of marketing research: <http://www.jstor.org/stable/3150774>
- Calvo Vergés, X. (2010). *PLM, Gestión del ciclo de vida del producto.* Barcelona: Arion Data Systems, S.L.
- Casadesús, M., De Castro, R. y Gimenez, G. (s.f.). *Planteamiento de la estructura para el diseño de un DSS para la planificación de los procesos productivos CAPP.* Recuperado el 11 de mayo de 2013, de <http://eps.udg.es/oe/webmarti/Planteamiento%20CAPP.pdf>
- Castellanos, O., Jiménez, C. y Medina, Y. (2002). Análisis de algunos factores potenciadores de la gestión tecnológica, caso: empresas biotecnológicas. *Innovar*(19), 145-156.

- CECIC, C. d. (2002). *El desarrollo regional y la competitividad sistémica: marco conceptual. Capítulo 1*. Obtenido de <http://www.contactopyme.gob.mx/regional/formafra-me.asp?cual=1>
- Christensen, C. (1992). Exploring the Limits of the Technology S-Curve. Part I: Component Technologies. Production and Operations Managements.
- Chudnosvsky, D., López, A. y Melitsko, S. (2000). *el sector de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina: situación actual y perspectivas de desarrollo*. Buenos Aires: CENIT.
- Ciarli, T., Giuliani, E. . (2005). *Structural reforms and structural change in Costa Rica. Industrial Dynamics, Structural Heterogeneity and Linkages: the role of FDI*,. Santiago de Chile: BID- CEPAL Report.
- CIETEC. (2004). *Movimiento de las incubadoras*. Obtenido de Centro Incubador de Empresas Tecnológicas. : [http://www.cietec.org.br/imagens/infos\\_down/folder1\(ing-esp\).pdf](http://www.cietec.org.br/imagens/infos_down/folder1(ing-esp).pdf)
- CIMdata. (s.f.). Recuperado el 17 de diciembre de 2014, de <http://www.cimdata.com>
- CIMdata. (2002). Report Empowering the future of business. Obtenido de Report Empowering the future of business.
- CIMdata. (2005). The High-End MCAD and cPDM Market Segments of the PLM Industry. *Whitepaper*.
- CIMdata. (2006). Defining Mid-Market PDM Companies of all sizes can take advantage of today's PDM systems. *Whitepaper* .
- Colmenares, Y. (2 de septiembre de 2004). Discurso. *Firma del convenio marco de cooperación entre la Gobernación del Valle del Cauca y la Fundación Parque Tecnológico de Software*. Cali, Colombia.
- Contandriopoulos AP, Champagne F, Potvin L, Denis JL, Boyle P. (1991). *Preparar un proyecto de investigación*. Barcelona: SG Editores.

- Cook TD., Campbell DT . (1979). *Quasi-Experimentation. Design & Analysis Issues for Field Settings*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Coriat, B. (1997). *Los desafíos de la competitividad*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Correa, C. (1996). *Biotecnología: innovación y producción en América Latina*. Colección CEA- CBC. Argentina.
- Darscht, P. (25-28 de octubre de 2005). El desarrollo de software en Uruguay: ¿Cuál es el siguiente paso? *Ponencia presentada en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica Altee: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahía, Salvador, Brasil.
- Dawson-Saunders B, Trapp RG. . (1996). *Bioestadística Médica. 2ª ed. .* México: Editorial el Manual Moderno.
- Day, M. (2002). *What is PLM?* Recuperado el 12 de diciembre de 2006, de [http://www.caddigest.com/subjects/PLM/select/day\\_plm.htm](http://www.caddigest.com/subjects/PLM/select/day_plm.htm)
- Dinero. (septiembre de 2003). *Incubadoras de exportación. .* Obtenido de Dinero, 190: [www.dinero.com](http://www.dinero.com)
- El Blog CAPINC. (2013). *Tutoriales de SolidWorks y Stratasys (2012). Introducción a SolidWorks Eléctrico*. Recuperado el 4 de abril de 2013, de <http://blog.capinc.com/2012/08/introduction-to-solidworks-electrical/>
- ENOVIA. (s.f.). *SmarTeam. Product Lifecycle Management (PLM)*. Recuperado el 26 de Marzo de 2013, de <http://razorleaf.com/solutions/software/enovia-smarteam/>
- Epicor Software Corporation . (s.f.). *Product Data Management Software*. Recuperado el 12 de Junio de 2013, de <http://www.epicor.com/Solutions/Pages/ProductDataManagement.aspx>
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D. y Meyer, J. (1996). Competitividad sistémica. Nuevo desafío a las empresas y a la política. *Revista CEPAL*( 59), 39-52.

- Etkin, J. y Schvarstein, L. (1995). *Identidad de las organizaciones invarianza y cambio*. México: Paldós.
- Farhad Ameri and Deba Dutta. (2005). Product Lifecycle Management: Closing the Knowledge Loops-Computer-Aided Design & Applications . 2(5), 577-590.
- Fernández, I. y De La Fuente, D. (2005). Aplicación de la técnica del focus group en la detección de áreas de investigación dentro del nuevo campo de la logística inversa. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 11(3), 115-127.
- Ferraz, J. C. (1996). *Made in Brazil: desalios competitivos para la industria*. Sao Paulo: Campus.
- Garay, L. J. (1998). *Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996*. Obtenido de Bi-blioteca Luis Ángel Arango: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/letra-l/in-dustrilatna/267.htm>
- García, F. (. (15 de junio de 2006). Políticas públicas en desarrollo tecnológico e innovación. *Ponencia presentada en el I Encuentro de la comunidad para el desarrollo de la gestión tecnológica y la Innovación en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Gartner Research. (2006). Obtenido de [http:// www.gartner.com](http://www.gartner.com)
- Gerometta, S. (s.f.). *¿Qué es n software ERP?* Recuperado el 6 de abril de 2013, de (Revista Industria y Quimica Nº 356: <http://www.aqa.org.ar/iyq356/GenteyEmpresas356.pdf>
- Get Savvy about PLM. (s.f.). Obtenido de <http://plmsavvy.org/>
- Glullanl, E. (-2. (25-28 de octubre de 2005). *¿Industrialización exitosa? Inversión extranjera directa y externalidades tecnológicas en Costa Rica. Ponencia presentada en el XI Semi-narlo Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica Altee: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahia, Salvador, Brasil.
- Gómez, J. C. (2004). *Argentina quiere duplicar sus exportaciones de software para 2007*. . Obtenido de Devnet: [http://tlps.org.uy/amsi/info/News\\_11/news\\_11\\_013.htm](http://tlps.org.uy/amsi/info/News_11/news_11_013.htm)

- Hernández S., P. (2008). *Métodos cualitativos para estudiar a los usuarios de la información (Vol. XVII)*. México: UNAM.
- Hernandez S., R. F. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hulley SB y Cummings SR. . (1993). *Diseño de la investigación clínica. Un enfoque epidemiológico*. Barcelona: Doyma.
- IBM Global Business Services. (2006). Expanding the Innovation Horizon. The global CEO study 2006.
- IDC Manufacturing Insights. (2011).
- Jaén, B. (18-20 de mayo de 2005). Factores de atracción y expulsión de empresas transnacionales de la electrónica en la región metropolitana de Guadalajara. . *Ponencia presentada en el IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. Acacia*. Mérida, Yucatán, México.
- Jimenez, R. (s.f.). *Manufactura Integrada por Computadora*. Recuperado el 14 de mayo de 2013, de <http://materias.fi.uba.ar/7565/U1-Manufactura-Integrada-por-Computadora.pdf>
- J-O., M. J. (2001). *Estadística para biología y ciencias de la salud*. Madrid: Interamericana McGraw Hill.
- John Stark Associates*. (s.f.). Recuperado el 9 de noviembre de 2014, de <http://www.johnstark.com>
- Kast, F. y Rosenzweig, J. E. (1983). *Teoría, integración y administración de sistemas*. México: Limusa.
- Kleinbaum DG., Kupper LL.y Morgenstern H. (1982). *Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods*. Belmont, California: Lifetime Learning Publications. Wadsworth.
- Kollmer, H; Dowling, M. (2004). Licensing as a commercialistion strategy for new texhnology-based firms. *Research Policy*, 1141-1151.
- Koontz, H. y Weihrich, H. (2002). *Elementos de administración, enfoque internacional*. México: McGraw-Hill.

Laboratorio de Control Numérico de H.M. (s.f.). (U. F. Plata, Editor)  
Obtenido de El control numérico de las máquinas herramientas:  
<http://www.frlp.utn.edu.ar/mecanica/Materias/CNCMH/ClaseDemo.PDF>

Lawrence, P. y Lorsch, J. . (1987). *La empresa y su entorno*. Barcelona: Plaza & Janés.

Lotti, F., Sobral, M. C. . (25-28 de octubre de 2005). A Inovação nas empresas de base tecnológica. *Ponencia presentada en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica Altee: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahia, Salvador, Brasil.

Martín Andrés A. y Luna del Castillo JD. (1993). *Bioestadística para las ciencias de la salud*. 4ª ed. Madrid: NORMA.

Martínez, L. (2006). *Empresas con base tecnológica*. Gestipolis. Obtenido de [http:// www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/emp/ebt.htm](http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/emp/ebt.htm)

Martins, V. M., Coelho, A. M., Márcio, S., Vasconcelos, C. H.;. (25-28 de octubre de 2005). Papel coesivo do conceito de comunidades de prática em campos organizacionais emergentes: Aplicações em biotecnologia e pesquisa genômica no Brasil. *Ponencia presentada en el XI seminario latino-iberoamericano de gestión tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahia, Salvador, Brasil.

May, M.; Sbragia, R. (25-28 de octubre de 2005). O papel da capacitação tecnológica no desempenho exportador da indústria brasileira de software. *Ponencia presentada en el XI Seminario latino-iberoamericano de Gestión Tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahía, Salvador, Brasil.

Mejía M., E. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Montaño Badilla, R. (2012). *Sistema ERP. Definición, funcionamiento, ventajas y desventajas*. Recuperado el 3 de marzo de 2013, de <http://www.gestipolis.com/administracion-estrategia/erp-definicion-funcionamiento-ventajas-desventajas.htm>

- Morales Rubiano, M.; Castellanos Domínguez, F. (2007). Estrategias para el fortalecimiento de las Pyme de base tecnológica a partir del enfoque de competitividad sistémica. *Revista INNOVAR*, VOL.17(Nro 2), pag.118.
- Morales, M. E., Castellanos, O. y Jiménez, C. (3-5 de mayo de 2006). Perspectivas del enfoque de competitividad sistémica en PyMES de base tecnológica. *Ponencia presentada en el X Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. ACACIA*. San Luís de Potosí, México.
- MRP I. (s.f.). Recuperado el 7 de junio de 2013, de [http://members.tripod.com/el\\_mrp/mrp1.htm](http://members.tripod.com/el_mrp/mrp1.htm)
- Mugnol, R. P. (22-24) de octubre de 2003). Competitividad sistémica das micro, pequenas e médias empresas da cadeia produtiva de autopegas da região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e desenvolvimento regional. *Ponencia presentada en el X Seminario latino-iberoamericano de gestión tecnológica Altee: conocimiento, innovación y competitividad: los desafíos de la globalización*. México D.F., México.
- Murcia, M. A. (2004). Sistema concertado de medición de la productividad y competitividad para la cadena maquinaria y equipo eléctrico y electrónica profesional. *Mi-meo, Proyecto realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro Electrónica e Informática*. Bogotá, Colombia: CIDEI con el apoyo de Colciencias y el SENA.
- Novick, M., Miravalles M. (septiembre de 2002). *La dinámica de oferta y demanda de competencias en un sector basado en el conocimiento en Argentina*. Obtenido de Serie desarrollo productivo CEPAAUECLAC.: <http://www.eclac.org/publicaciones/>
- NX CAM. (s.f.). *A Complete Computer-Aided Manufacturing Solution*. Obtenido de [http://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/products/nx/for-manufacturing/cam/index.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/for-manufacturing/cam/index.shtml)
- OCDE, O. d. (1992). *Technology and economy. The key Relationships*. . París: OECD, The technology/economy programme.

- Olalde, M. I. ( enero-junio de 2001). *Las empresas de base tecnológica y fuentes para su estudio sobre competitividad*. . Obtenido de América Latina en la historia económica, 15.: [http://www.institutomora.edu.mx/revis-tas/Numero%2015/15-6-Ma\\_IsabelOlaldeQuintanar.pdf](http://www.institutomora.edu.mx/revis-tas/Numero%2015/15-6-Ma_IsabelOlaldeQuintanar.pdf)
- PDXpert PLM software for growing companies. (2012). *Product Lifecycle Management (PLM)*”. Recuperado el 19 de marzo de 2013, de <http://www.product-lifecycle-management.com>
- Pineda, L. (2004). Informe final de consultoría: balance tecnológico de la cadena productiva desarrollo de software. *Mimeo. Proyecto realizado en el marco de la Mesa de Ciencia y Tecnología del Consejo Regional de Competitividad*. Bogotá, Colombia.
- Piñeiro M., Jaffé W. y Muller, G. (1993). Innovation, competitiveness and agroindustrial development. *Presented at the meeting of integrating competitiveness sustainability and social development*. París, Francia.
- PLM ThinkTank. (s.f.). Obtenido de <http://plmtwine.com/>
- Polizelli, D., Masalu, A. (25-28 de octubre de 2005). Estrategias de empresas de software brasileras para enfrentar o novo patamar de concorrência g/obalizada. *Ponencia presentada en el XI Seminario Latino-Ibero-americano de Gestión Tecnológica Altee: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahía, Salvador, Brasil.
- Porter, M. (1991). *Venfaya competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Vergara.
- Principal Voices. (s.f.). *Business Innovation – changing companies for a changing world*. Recuperado el 23 de diciembre de 2006, de <http://www.principalvoices.com/business.htm>
- Product ifecycle Mangement (PLM) y gestión de productos. (2010). Obtenido de <http://www.erpblog.com.mx>
- Product Lifecycle Management (PLM) Definition. (s.f.). Recuperado el 11 de diciembre de 2006, de <http://www.cimdata.com/PLM/plm.html>

- Product Lifecycle Management. (s.f.). *Divulgación y educación sobre PLM*. Obtenido de <http://www.product-lifecycle-management.com/>
- Rainha, J. (2006). Tecnologías CAID 3D em Design de Produto: Ensino de tecnologías CAID em Portugal - Interfaces gráficas e aprendizagem. IPL-ESAD Caldas da Rainha.
- Raschiatore, R.; Rimoli, C.A. (25-28 de octubre de 2005). Factores que conduziram a maior empresa brasileira de desenvolvimento de softwares para comércio exterior ao sucesso. *Ponencia presentada en el XI seminario latino-iberoamericano de gestión tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahía, Salvador, Brasil.
- Rincón, O. (10-12 de mayo de 2006). Ciencia, tecnología y productividad. *Ponencia presentada en el V Simposio internacional de gestión del conocimiento: desarrollo y conocimiento en la sociedad de la información*. Bogotá, D.C., Colombia: Universidad Central.
- Romeu de Luna, M. (s.f.). *Evolución de los sistemas asistidos para la planificación de procesos*. Recuperado el 15 de mayo de 2013, de Universidad de Girona, Dpto de Ing. Mecánica y de la Construcción Industrial: <http://www.unizar.es/aeipro/finder/INGENIERIA%20DE%20PRODUCTOS/BF05..htm>
- Saaksvuori, A. y Immonen, A. (s.f.). *Product Lifecycle Management*. Berlin: Heidelberg SPRINGER.
- Sabino, C. (1978). *El proceso de investigación*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: El CID editor S.A.
- Salles, S., Nuti, G., De Lucca, J.E. y Alves, A. M. (25-28 de octubre de 2005). O impacto software livre e de código aberto (SL/CA) nas condigões de apropriabilidade na industria de software brasileira. *Ponencia presentada en el XI seminario latino-iberoamericano de gestão tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahia, Salvador, Brasil.
- Sampedro, J.L.; Oliveira, A. (25-28 de octubre de 2005). Construcción de capacidades de desarrollo y diseño de software a través de la

creación de interfases en empresas mexicanas. *Ponencia presentada en el XI seminario latino-iberoamericano de gestión tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahía, Salvador, Brasil.

SAP Business Suite. (s.f.). *SAP PLM: GESTIÓN EFECTIVA DE LA PRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS*. Recuperado el 28 de mayo de 2013, de <http://www.sap.com/spain/solutions/business-suite/plm/index.epx>

Siemens Industry Software. (s.f.). *CAE/Ingeniería Asistida por Computadora*. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/plm/cae.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/plm/cae.shtml)

Siemens Industry Software. (s.f.). *CAM/Manufactura Asistida por Computadora*. Recuperado el 9 de marzo de 2013, de [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/plm/cam.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/plm/cam.shtml)

Siemens Industry Software. (s.f.). *PDM/ Gestión de Dtaos de Producto*. Recuperado el 7 de marzo de 2013, de [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_es/plm/pdm.shtm](http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/plm/pdm.shtm)

Siemens Industry Software. (s.f.). *Qué es PLM Software?* Recuperado el 21 de marzo de 2013, de [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_es/plm/](http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/plm/)

Sierra Pérez, J.; Domínguez, M. y Espinosa, M. (2014). *El ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño*.

Sierra-Pérez, J.; Domínguez, M. y Espinosa, M. (2014). *El ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño*.

SofTech Inc. and John Stark Associates. (2006). Top 10 PLM Pitfalls to Avoid.

SolidWorks. (s.f.). *SolidWorks Electrical*. Recuperado el 13 de marzo de 2013, de <http://www.solidworks.es/sw/products/solidworks-electrical.ht>

SolidWorks. (s.f.). *SolidWorks Sustainability*. Recuperado el 19 de marzo de 2013, de [http://www.solidworks.es/launch/documents/SW\\_Sustainability\\_DS\\_2013\\_ESP.pdf](http://www.solidworks.es/launch/documents/SW_Sustainability_DS_2013_ESP.pdf)

- Spence, M. y Hazard, H. (1988). *International competitiveness*. (M. y Spence, Ed.) London: Ballinger.
- Springer. (s.f.). *Editorial científica y de negocios en Internet*. Obtenido de <http://www.springerlink.com>
- Tech-Clarity*. (s.f.). Recuperado el 20 de setiembre de 2014, de <http://tech-clarity.com/>
- Tech-Clarity*. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de <http://tech-clarity.com/>
- Universidad de Vigo. (s.f.). *Prototipado Rápido*. Obtenido de Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial: <http://webs.uvigo.es/disenoiustrial/protorapid.htm>
- Varela, L. (octubre de 2005). Complementariedades institucionales y conformación del sistema biotecnológico de innovación en un régimen de acumulación con predominio financiero. *Ponencia presentada en el XI seminario latino-iberoamericano de gestión tecnológica Altee: Innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Bahía, Salvador, Brasil.
- Villamizar, R. y Mondragón, J. C. . (1995). *Zens hin, lecciones de los países del Asia-Pacífico en tecnología, productividad y competitividad*. Bogotá: Norma.
- Villarreal, R. y Ramos, R. . (2002). *México competitivo 2020: un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo*. México: Océano.
- Villaverde, O. M. (2011). *Comandos Básicos de AutoCAD*. Recuperado el 28 de mayo de 2013, de <http://comandosautocad.wordpress.com/2011/04/28/comandos-autocad/>
- Voskuil, J. (s.f.). Obtenido de <http://virtualdutchman.com/>
- Web and Macros. (s.f.). *Ejemplo de MRP*. Obtenido de <http://www.webandmacros.com/MRPCasopractico1.htm>

# 7

## ANEXOS

**Anexo 1: Referencias a utilizar en la Base de Datos Mapa de Valor (Pág. 265)**

**Anexo 2: Tabla de datos generales de empresas (Págs. 266-281)**

Tamaño	Grupo	Cant.
<b>Muy pequeñas</b>	0	Hasta 30 ocupados
<b>Pequeñas</b>	1	Entre 30 y 99 ocupados
<b>Medianas</b>	2	Entre 100 y 199 ocupados
<b>Grandes</b>	3	200 o más ocupados

Facturación en Millones de U\$S	Grupo
<b>0 a 5</b>	0
<b>5 a 10</b>	1
<b>10 a 15</b>	2
<b>Más de 15</b>	3

Certificación	Grupo
<b>No tiene</b>	0
<b>Si tiene</b>	1

Tasa	Grupo
0 a 6 %	0
6 a 12 %	1
Más de 12 %	2

Edad	Grupo	Años
<b>Jóvenes</b>	0	0 a 4 años
<b>Mediana edad</b>	1	5 a 24 años
<b>Viejas</b>	2	Más de 25 años

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	EMPRESA	RUBRO	CERTIF. ISO	EDAD		FACTURACIÓN ANUAL		TAMAÑO		CANT. EMP. CALIF.	TASA	
				GRUPO	AÑOS	GRUPO	FACT. EN MILL. DE U\$S	GRUPO	CANT. EMP.		GRUPO	EMP. CALIF. EMP. TOT.
1	ALCAL S.A.	Agroindustria	0	2	50	1	9,1	1	75	5	1	6,7
2	CAÑIFLEX S.R.L.	Hidráulica	1	2	90	1	9,6	1	80	7	1	8,75
3	CENA HNOS. S.R.L.	Metalmecánica	0	2	65	0	2,4	1	30	10	2	33,3
4	COBRA EQUIPAMIENTO	Autopartista	0	2	30	0	4,2	1	33	2	1	6,06
5	ORLANDI S.A.	Amoblamiento	1	2	35	2	1,0	1	50	4	1	8
6	CORPANT OXIPLE S.A.	Metalmecánica	0	1	18	0	3,7	1	50	3	0	6
7	FERIOLI S.A.	Metalmecánica	0	2	60	1	6,3	1	50	4	1	8
8	FH	Metalurgia	1	2	50	1	6,6	1	55	3	0	5,45
9	MICRON FRESAR S.R.L.	Metalmecánica	0	2	44	1	9,8	1	82	10	2	12,19
10	MANCINI	Metalmecánica	0	1	15	0	4,7	1	50	1	0	2
11	OMAR MARTIN	Metalmecánica	1	2	30	1	5,5	1	50	3	0	6
12	PESSOT S.R.L.	Equip.al serv. Automotor	0	2	65	0	2,1	1	31	8	2	25,8
13	PRATS S.A.	Metalmecánica	1	2	50	1	7,9	1	80	7	1	8,75
14	GI-RE	Agropartes	0	2	35	0	4,2	1	40	2	0	5
15	REGA S.A.	Metalurgia	1	2	55	1	5,4	1	45	2	0	4,44
16	RELEYCO S.R.L.	Maq. Agrícola	0	2	50	0	2,7	1	30	2	1	6,66
17	ROSSMET S.R.L.	Maq. Agrícola	1	2	40	0	3,2	1	35	3	1	8,57
18	TORREGGIANI S.R.L.	Metalmecánica	1	2	50	1	6,7	1	60	4	1	6,66
19	AKRON	Agroindustria	1	2	26	2	13,8	2	126	10	1	7,9
20	AXION LIFT	Metalmecánica	1	1	15	2	13,5	2	121	19	2	15,7
21	BERTOTTO-BOGLIONE S.A.	Metalmecánica	1	2	60	2	12,4	2	100	5	0	5
22	CESCA S.A.	Metalmecánica	0	2	40	3	15,7	2	150	7	0	4,7
23	DANES S.R.L.	Fca. de tanques y tolvas	1	2	30	2	14,7	2	120	3	0	2,5
24	FRANCO FABRIL S.A.	Agroindustria	1	2	30	2	10,5	2	120	10	1	8,33
25	BARBERO S.A.	Metalmecánica	1	2	65	2	14,7	2	130	15	1	11,5
26	GIORGI S.A.	Maq. Agrícola	0	2	80	1	7,2	2	100	10	1	10
27	HERMANN S.R.L.	Semirremolques y Acopl.	1	2	30	3	30,1	3	250	35	2	14
28	CORVENT	Autopartista	1	2	40	3	35,0	3	350	25	1	7,14
29	VASSALLI FABRIL S.A.	Maq. Agrícola	1	2	70	3	52,7	3	530	30	0	5,66
30	AGROMETAL	Metalmecánica	1	2	60	3	26,0	3	370	5	0	1,35

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.1 CRECIMIENTO 1.1.1 Aumentar mercado											
	CRECIMIENTO 1.1	1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.2	1.1.1.3	FACTOR POND.			SUBTOTAL			TOTAL
1	1	2	2	1	2	100%	25%	50%	4	0,5	2	6,5
2	2	2	2	2	2	100%	25%	50%	8	2	4	14
3	2	2	2	1	2	100%	25%	50%	8	1	4	13
4	1	2	2	1	1	100%	25%	50%	4	0,5	1	5,5
5	1	1	2	2	1	100%	25%	50%	2	0,5	0,5	3
6	2	2	2	1	2	100%	25%	50%	8	1	4	13
7	0	1	1	0	1	100%	25%	50%	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	100%	25%	50%	0	0	0	0
9	1	1	0	0	1	100%	25%	50%	0	0	0,5	0,5
10	1	1	0	0	1	100%	25%	50%	0	0	0,5	0,5
11	1	1	1	2	2	100%	25%	50%	1	0,5	1	2,5
12	2	2	2	2	2	100%	25%	50%	8	2	4	14
13	0	2	1	1	2	100%	25%	50%	0	0	0	0
14	1	2	2	0	0	100%	25%	50%	4	0	0	4
15	1	1	0	0	1	100%	25%	50%	0	0	0,5	0,5
16	1	1	2	1	1	100%	25%	50%	2	0,25	0,5	2,75
17	0	1	1	0	0	100%	25%	50%	0	0	0	0
18	1	1	2	1	1	100%	25%	50%	2	0,25	0,5	2,75
19	2	2	2	2	2	100%	25%	50%	8	2	4	14
20	1	2	2	2	1	100%	25%	50%	4	1	1	6
21	1	1	1	1	2	100%	25%	50%	1	0,25	1	2,25
22	2	2	1	2	0	100%	25%	50%	4	2	0	6
23	1	1	2	1	2	100%	25%	50%	2	0,25	1	3,25
24	1	2	1	1	2	100%	25%	50%	2	0,5	2	4,5
25	1	2	1	2	1	100%	25%	50%	2	1	1	4
26	1	2	1	0	2	100%	25%	50%	2	0	2	4
27	2	2	2	1	2	100%	25%	50%	8	1	4	13
28	2	2	2	1	2	100%	25%	50%	8	1	4	13
29	1	0	1	0	0	100%	25%	50%	0	0	0	0
30	2	1	2	1	1	100%	25%	50%	4	0,5	1	5,5

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.1 CRECIMIENTO 1.1.2 Proteger el mercado actual					FACTOR POND.			SUBTOTAL			TOTAL
	CRECIMIENTO 1.1	1.1.2	1.1.2.1	1.1.2.2	1.1.2.3							
1	1	2	0	0	2	50%	100%	25%	0	0	1	1
2	2	2	2	2	2	50%	100%	25%	4	8	2	14
3	2	2	0	2	2	50%	100%	25%	0	8	2	10
4	1	2	0	1	1	50%	100%	25%	0	2	0,5	2,5
5	1	1	0	1	0	50%	100%	25%	0	1	0	1
6	2	2	1	2	1	50%	100%	25%	2	8	1	11
7	0	1	0	1	0	50%	100%	25%	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	50%	100%	25%	0	0	0	0
9	1	2	0	1	1	50%	100%	25%	0	2	0,5	2,5
10	1	1	1	1	0	50%	100%	25%	0,5	1	0	1,5
11	1	1	1	1	0	50%	100%	25%	0,5	1	0	1,5
12	2	2	2	2	2	50%	100%	25%	4	8	2	14
13	0	1	0	1	1	50%	100%	25%	0	0	0	0
14	1	2	1	0	1	50%	100%	25%	1	0	0,5	1,5
15	1	2	1	0	0	50%	100%	25%	1	0	0	1
16	1	2	1	2	2	50%	100%	25%	1	4	1	6
17	0	1	1	0	0	50%	100%	25%	0	0	0	0
18	1	1	1	1	2	50%	100%	25%	0,5	1	0,5	2
19	2	2	2	2	1	50%	100%	25%	4	8	1	13
20	1	2	1	1	0	50%	100%	25%	1	2	0	3
21	1	1	2	2	1	50%	100%	25%	1	2	0,25	3,25
22	2	2	2	2	2	50%	100%	25%	4	8	2	14
23	1	1	1	1	0	50%	100%	25%	0,5	1	0	1,5
24	1	1	1	1	1	50%	100%	25%	0,5	1	0,25	1,75
25	1	2	2	2	1	50%	100%	25%	2	4	0,5	6,5
26	1	2	1	2	1	50%	100%	25%	1	4	0,5	5,5
27	2	2	2	2	0	50%	100%	25%	4	8	0	12
28	2	1	1	2	0	50%	100%	25%	1	4	0	5
29	1	2	0	1	1	50%	100%	25%	0	2	0,5	2,5
30	2	1	1	2	1	50%	100%	25%	1	4	0,5	5,5

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.1 CRECIMIENTO 1.1.3 Mejorar capacidad de los PPS							FACTOR POND.					SUBTOTAL				TOTAL	
	CRECIMIENTO 1.1	1.1.3	1.1.3.1	1.1.3.2	1.1.3.3	1.1.3.4	1.1.3.5	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	0	0	1		1
1	1	1	1	0	0	1	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	0	0	1	1	2,25
2	2	2	2	2	1	1	2	25%	50%	100%	100%	100%	2	4	4	4	8	22
3	2	1	2	2	2	0	2	25%	50%	100%	100%	100%	1	2	4	0	4	11
4	1	1	0	1	0	0	1	25%	50%	100%	100%	100%	0	0,5	0	0	1	1,5
5	1	1	0	1	0	1	0	25%	50%	100%	100%	100%	0	0,5	0	1	0	1,5
6	2	1	0	0	0	0	1	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	0	0	2	2
7	0	0	1	1	0	1	0	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	0	0	2	1	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	0	1	0	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	0	1	0	1	2,25
10	1	1	0	0	1	1	0	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	1	1	0	2
11	1	1	1	1	1	2	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	0,5	1	2	1	4,75
12	2	1	2	2	1	1	2	25%	50%	100%	100%	100%	1	2	2	2	4	11
13	0	0	0	0	1	1	0	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	0	0	0	0
14	1	1	0	0	1	0	1	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	1	0	1	2
15	1	1	0	1	1	1	2	25%	50%	100%	100%	100%	0	0,5	1	1	2	4,5
16	1	1	2	2	1	1	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,5	1	1	1	1	4,5
17	0	0	1	1	0	1	1	25%	50%	100%	100%	100%	0	0	0	0	0	0
18	1	2	2	2	2	2	2	25%	50%	100%	100%	100%	1	2	4	4	4	15
19	2	1	1	2	1	1	2	25%	50%	100%	100%	100%	0,5	2	2	2	4	10,5
20	1	1	1	1	2	1	2	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	0,5	2	1	2	5,75
21	1	2	1	1	1	2	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,5	1	2	4	2	9,5
22	2	1	0	2	2	2	2	25%	50%	100%	100%	100%	0	2	4	4	4	14
23	1	1	1	2	1	2	2	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	1	1	2	2	6,25
24	1	1	1	2	0	2	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	1	0	2	1	4,25
25	1	1	1	2	0	2	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	1	0	2	1	4,25
26	1	1	1	2	1	2	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	1	1	2	1	5,25
27	2	2	2	2	2	1	2	25%	50%	100%	100%	100%	2	4	8	4	8	26
28	2	2	2	2	1	2	2	25%	50%	100%	100%	100%	2	4	4	8	8	26
29	1	1	1	1	0	1	1	25%	50%	100%	100%	100%	0,25	0,5	0	1	1	2,75
30	2	1	2	1	0	1	1	25%	50%	100%	100%	100%	1	1	0	2	2	6

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.1 CRECIMIENTO 1.1.4 Desarrollar nuevos PPS								
	CRECIMIENTO 1.1	1.1.4	1.1.4.1	1.1.4.2	FACTOR POND.		SUBTOTAL		TOTAL
1	1	2	2	1	50%	50%	2	1	3
2	2	2	2	2	50%	50%	4	4	8
3	2	1	2	2	50%	50%	2	2	4
4	1	0	0	0	50%	50%	0	0	0
5	1	0	0	0	50%	50%	0	0	0
6	2	0	0	1	50%	50%	0	0	0
7	0	0	1	1	50%	50%	0	0	0
8	0	0	1	0	50%	50%	0	0	0
9	0	0	0	0	50%	50%	0	0	0
10	1	0	0	1	50%	50%	0	0	0
11	1	2	1	2	50%	50%	1	2	3
12	2	1	2	1	50%	50%	2	1	3
13	0	0	0	0	50%	50%	0	0	0
14	1	1	0	0	50%	50%	0	0	0
15	1	1	1	0	50%	50%	0,5	0	0,5
16	1	1	1	1	50%	50%	0,5	0,5	1
17	0	1	1	1	50%	50%	0	0	0
18	1	1	2	0	50%	50%	1	0	1
19	2	1	1	1	50%	50%	1	1	2
20	1	1	1	1	50%	50%	0,5	0,5	1
21	1	2	1	1	50%	50%	1	1	2
22	2	1	1	1	50%	50%	1	1	2
23	1	2	1	1	50%	50%	1	1	2
24	1	1	2	1	50%	50%	1	0,5	1,5
25	1	1	1	1	50%	50%	0,5	0,5	1
26	1	2	1	0	50%	50%	1	0	1
27	2	2	2	2	50%	50%	4	4	8
28	2	1	2	1	50%	50%	2	1	3
29	1	1	1	1	50%	50%	0,5	0,5	1
30	2	1	1	1	50%	50%	1	1	2

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.1 CRECIMIENTO		1.1.5 Construir ingresos continuos				SUBTOTAL		TOTAL	CRECIMIENTO TOTAL
	1.1	1.1.5	1.1.5.1	1.1.5.2	FACTOR POND.					
1	1	2	2	0	50%	25%	2	0	2	14,75
2	2	2	1	1	50%	25%	2	1	3	61
3	2	1	0	0	50%	25%	0	0	0	38
4	1	0	0	0	50%	25%	0	0	0	9,5
5	1	0	0	0	50%	25%	0	0	0	6
6	2	0	1	0	50%	25%	0	0	0	26
7	0	0	0	0	50%	25%	0	0	0	0
8	0	0	1	0	50%	25%	0	0	0	0
9	0	0	0	0	50%	25%	0	0	0	5,25
10	1	0	0	0	50%	25%	0	0	0	4
11	1	2	0	0	50%	25%	0	0	0	11,75
12	2	1	2	0	50%	25%	2	0	2	44
13	0	1	0	0	50%	25%	0	0	0	0
14	1	0	0	0	50%	25%	0	0	0	7,5
15	1	1	0	0	50%	25%	0	0	0	6,5
16	1	1	0	1	50%	25%	0	0,25	0,25	14,5
17	0	1	1	0	50%	25%	0	0	0	0
18	1	0	0	0	50%	25%	0	0	0	20,75
19	2	1	1	1	50%	25%	1	0,5	1,5	41
20	1	1	1	1	50%	25%	0,5	0,25	0,75	16,5
21	1	1	0	1	50%	25%	0	0,25	0,25	17,25
22	2	1	0	0	50%	25%	0	0	0	36
23	1	1	0	0	50%	25%	0	0	0	13
24	1	1	0	1	50%	25%	0	0,25	0,25	12,25
25	1	1	0	0	50%	25%	0	0	0	15,75
26	1	2	0	1	50%	25%	0	0,5	0,5	16,25
27	2	1	1	1	50%	25%	1	0,5	1,5	60,5
28	2	0	0	0	50%	25%	0	0	0	47
29	1	0	0	0	50%	25%	0	0	0	6,25
30	2	1	0	1	50%	25%	0	0,5	0,5	19,5

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.2 RENTABILIDAD 1.2.1 Aumentar el valor y el precio								FACTOR POND.					SUBTOTAL				TOTAL
	RENTABILIDAD 1.2	1.2.1	1.2.1.1	1.2.1.2	1.2.1.3	1.2.1.4	1.2.1.5											
1	2	0	1	1	1	1	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
2	1	0	1	2	2	2	2	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
3	2	1	0	2	0	2	2	50%	50%	25%	50%	50%	0	2	0	2	2	
4	2	0	0	0	1	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
5	2	0	0	0	1	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
6	1	1	0	1	2	1	2	50%	50%	25%	50%	50%	0	0,5	0,5	0,5	1	
7	2	1	0	1	1	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	1	0,5	0	1	
8	2	1	1	1	1	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	1	1	0,5	0	0	
9	1	1	1	1	1	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	0,5	0,5	0,25	0	0,5	
10	2	0	0	0	2	1	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
11	2	0	0	1	1	1	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
12	2	1	0	1	2	1	2	50%	50%	25%	50%	50%	0	1	1	1	2	
13	1	1	0	0	1	1	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0,25	0,5	0	
14	1	1	0	1	1	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0,5	0,25	0	0	
15	1	0	0	1	1	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
16	2	1	1	1	1	1	1	50%	50%	25%	50%	50%	1	1	0,5	1	1	
17	1	0	0	0	1	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
18	2	0	0	0	1	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
19	1	1	2	1	1	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	1	0,5	0,25	0	0,5	
20	1	0	2	1	1	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
21	2	0	0	1	2	1	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
22	2	1	0	2	2	0	2	50%	50%	25%	50%	50%	0	2	1	0	2	
23	1	1	2	1	1	0	2	50%	50%	25%	50%	50%	1	0,5	0,25	0	1	
24	2	1	0	0	1	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0,5	0	1	
25	2	1	0	1	1	1	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	1	0,5	1	0	
26	2	0	1	1	2	0	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
27	2	1	2	1	2	2	2	50%	50%	25%	50%	50%	2	1	1	2	2	
28	2	1	0	0	2	1	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	1	1	1	
29	2	0	0	0	0	0	0	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	1	0	1	1	50%	50%	25%	50%	50%	0	0	0	0	0	

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.2 RENTABILIDAD		1.2.2 Reducir costes de los procesos				FACTOR POND.				SUBTOTAL				TOTAL
	1.2	1.2.2	1.2.2.1	1.2.2.2	1.2.2.3	1.2.2.4									
1	2	1	1	2	1	2	100%	50%	50%	100%	2	2	1	4	9
2	1	2	2	2	2	2	100%	50%	50%	100%	4	2	2	4	12
3	2	2	2	0	0	2	100%	50%	50%	100%	8	0	0	8	16
4	2	1	1	0	0	0	100%	50%	50%	100%	2	0	0	0	2
5	2	1	1	2	2	1	100%	50%	50%	100%	2	2	2	2	8
6	1	2	2	1	1	0	100%	50%	50%	100%	4	1	1	0	6
7	2	2	1	2	1	1	100%	50%	50%	100%	4	4	2	4	14
8	2	1	1	2	1	1	100%	50%	50%	100%	2	2	1	2	7
9	1	2	1	0	1	0	100%	50%	50%	100%	2	0	1	0	3
10	2	1	1	0	1	0	100%	50%	50%	100%	2	0	1	0	3
11	2	1	1	1	0	0	100%	50%	50%	100%	2	1	0	0	3
12	2	2	2	1	2	1	100%	50%	50%	100%	8	2	4	4	18
13	1	2	1	1	1	0	100%	50%	50%	100%	2	1	1	0	4
14	1	1	2	0	0	1	100%	50%	50%	100%	2	0	0	1	3
15	1	0	0	2	2	1	100%	50%	50%	100%	0	0	0	0	0
16	2	1	1	1	1	1	100%	50%	50%	100%	2	1	1	2	6
17	1	1	1	1	1	1	100%	50%	50%	100%	1	0,5	0,5	1	3
18	2	1	1	2	1	0	100%	50%	50%	100%	2	2	1	0	5
19	1	2	1	1	1	0	100%	50%	50%	100%	2	1	1	0	4
20	1	2	1	1	1	0	100%	50%	50%	100%	2	1	1	0	4
21	2	2	1	1	1	0	100%	50%	50%	100%	4	2	2	0	8
22	2	2	2	2	0	2	100%	50%	50%	100%	8	4	0	8	20
23	1	1	1	1	1	1	100%	50%	50%	100%	1	0,5	0,5	1	3
24	2	2	2	2	2	2	100%	50%	50%	100%	8	4	4	8	24
25	2	2	1	2	2	2	100%	50%	50%	100%	4	4	4	8	20
26	2	1	1	0	1	0	100%	50%	50%	100%	2	0	1	0	3
27	2	2	2	2	1	2	100%	50%	50%	100%	8	4	2	8	22
28	2	2	2	2	2	2	100%	50%	50%	100%	8	4	4	8	24
29	2	1	1	1	1	2	100%	50%	50%	100%	2	1	1	4	8
30	1	2	1	1	1	1	100%	50%	50%	100%	2	1	1	2	6

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.2 RENTABILIDAD	1.2.3 Reducir costes de suministros				FACTOR POND.			SUBTOTAL			TOTAL
	1.2	1.2.3	1.2.3.1	1.2.3.2	1.2.3.3							
1	2	2	2	1	2	50%	25%	25%	4	1	2	7
2	1	2	2	2	2	50%	25%	25%	2	1	1	4
3	2	2	2	0	0	50%	25%	25%	4	0	0	4
4	2	1	1	1	1	50%	25%	25%	1	0,5	0,5	2
5	2	1	0	1	2	50%	25%	25%	0	0,5	1	1,5
6	1	2	2	2	1	50%	25%	25%	2	1	0,5	3,5
7	2	1	0	2	2	50%	25%	25%	0	1	1	2
8	2	1	1	1	1	50%	25%	25%	1	0,5	0,5	2
9	1	1	0	1	1	50%	25%	25%	0	0,25	0,25	0,5
10	2	1	0	1	2	50%	25%	25%	0	0,5	1	1,5
11	2	1	2	2	1	50%	25%	25%	2	1	0,5	3,5
12	2	2	0	0	0	50%	25%	25%	0	0	0	0
13	1	2	2	2	1	50%	25%	25%	2	1	0,5	3,5
14	1	1	1	1	1	50%	25%	25%	0,5	0,25	0,25	1
15	1	0	2	1	1	50%	25%	25%	0	0	0	0
16	2	1	1	1	1	50%	25%	25%	1	0,5	0,5	2
17	1	1	1	1	1	50%	25%	25%	0,5	0,25	0,25	1
18	2	0	0	0	0	50%	25%	25%	0	0	0	0
19	1	1	1	2	1	50%	25%	25%	0,5	0,5	0,25	1,25
20	1	2	1	1	1	50%	25%	25%	1	0,5	0,5	2
21	2	2	1	1	1	50%	25%	25%	2	1	1	4
22	2	2	2	2	2	50%	25%	25%	4	2	2	8
23	1	1	2	2	1	50%	25%	25%	1	0,5	0,25	1,75
24	2	2	1	1	1	50%	25%	25%	2	1	1	4
25	2	2	2	2	1	50%	25%	25%	4	2	1	7
26	2	2	2	1	1	50%	25%	25%	4	1	1	6
27	2	2	2	1	1	50%	25%	25%	4	1	1	6
28	2	2	2	2	2	50%	25%	25%	4	2	2	8
29	2	2	0	0	1	50%	25%	25%	0	0	1	1
30	1	2	1	2	1	50%	25%	25%	1	1	0,5	2,5

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.2 RENTABILIDAD 1.2.4 Evitar el despilfarro																	
	RENTABILIDAD 1.2	1.2.4	1.2.4.1	1.2.4.2	1.2.4.3	1.2.4.4	1.2.4.5	FACTOR POND.					SUBTOTAL				TOTAL	
1	2	2	2	2	1	1	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	8	1	4	4	25
2	1	2	2	2	1	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	4	4	0,5	4	2	14,5
3	2	2	1	1	1	0	2	100%	100%	25%	100%	50%	4	4	1	0	4	13
4	2	0	0	0	1	0	0	100%	100%	25%	100%	50%	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	1	1	0	100%	100%	25%	100%	50%	0	0	0	0	0	0
6	1	2	2	1	1	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	4	2	0,5	2	1	9,5
7	2	2	2	1	1	0	0	100%	100%	25%	100%	50%	8	4	1	0	0	13
8	2	1	1	0	0	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	2	0	0	2	1	5
9	1	1	1	0	0	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	1	0	0	1	0,5	2,5
10	2	0	1	0	0	0	0	100%	100%	25%	100%	50%	0	0	0	0	0	0
11	2	2	1	1	1	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	4	4	1	8	4	21
12	2	2	2	0	2	1	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	0	2	4	4	18
13	1	2	1	0	1	0	1	100%	100%	25%	100%	50%	2	0	0,5	0	1	3,5
14	1	2	2	1	1	0	1	100%	100%	25%	100%	50%	4	2	0,5	0	1	7,5
15	1	0	1	0	0	0	2	100%	100%	25%	100%	50%	0	0	0	0	0	0
16	2	1	1	1	1	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	2	2	0,5	2	1	7,5
17	1	1	1	0	2	1	0	100%	100%	25%	100%	50%	1	0	0,5	1	0	2,5
18	2	1	2	1	1	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	4	2	0,5	2	1	9,5
19	1	1	0	1	1	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	0	1	0,25	1	0,5	2,75
20	1	1	0	1	1	1	1	100%	100%	25%	100%	50%	0	1	0,25	1	0,5	2,75
21	2	1	1	1	2	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	2	2	1	4	2	11
22	2	2	2	1	2	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	4	2	8	4	26
23	1	1	2	2	2	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	2	2	0,5	2	1	7,5
24	2	2	2	2	2	1	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	8	2	4	4	26
25	2	2	2	1	2	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	4	2	8	4	26
26	2	1	1	0	1	1	2	100%	100%	25%	100%	50%	2	0	0,5	2	2	6,5
27	2	2	2	2	1	1	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	8	1	4	4	25
28	2	2	2	2	2	2	2	100%	100%	25%	100%	50%	8	8	2	8	4	30
29	2	0	0	0	0	1	0	100%	100%	25%	100%	50%	0	0	0	0	0	0
30	1	2	1	1	1	2	1	100%	100%	25%	100%	50%	2	2	0,5	4	1	9,5

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.2 RENTABILIDAD	1.2.5 Ahorro en coordinación - errores					FACTOR POND.				SUBTOTAL				TOTAL	RENTABILIDAD TOTAL
	1.2	1.2.5	1.2.5.1	1.2.5.2	1.2.5.3	1.2.5.4				25%						
1	2	2	1	1	2	1	100%	100%	100%	25%	4	4	8	1	17	58
2	1	1	2	2	2	2	100%	100%	100%	25%	2	2	2	0,5	6,5	37
3	2	2	1	2	2	1	100%	100%	100%	25%	4	8	8	1	21	60
4	2	0	0	0	0	0	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	4
5	2	0	0	0	0	1	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	9,5
6	1	2	2	2	1	1	100%	100%	100%	25%	4	4	2	0,5	10,5	32
7	2	0	0	0	0	0	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	31,5
8	2	1	1	1	1	0	100%	100%	100%	25%	2	2	2	0	6	22,5
9	1	1	1	1	1	0	100%	100%	100%	25%	1	1	1	0	3	10,75
10	2	1	1	1	0	0	100%	100%	100%	25%	2	2	0	0	4	8,5
11	2	1	1	1	1	0	100%	100%	100%	25%	2	2	2	0	6	33,5
12	2	2	1	1	2	1	100%	100%	100%	25%	4	4	8	1	17	58
13	1	1	1	1	1	1	100%	100%	100%	25%	1	1	1	0,25	3,25	15
14	1	2	1	1	0	1	100%	100%	100%	25%	2	2	0	0,5	4,5	16,75
15	1	1	0	0	0	0	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	0
16	2	1	1	1	1	1	100%	100%	100%	25%	2	2	2	0,5	6,5	26,5
17	1	0	0	0	0	0	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	6,5
18	2	0	0	0	0	1	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	14,5
19	1	1	1	1	1	1	100%	100%	100%	25%	1	1	1	0,25	3,25	13,5
20	1	1	0	0	0	1	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0,25	0,25	9
21	2	1	1	1	0	1	100%	100%	100%	25%	2	2	0	0,5	4,5	27,5
22	2	2	1	1	1	0	100%	100%	100%	25%	4	4	4	0	12	71
23	1	1	1	1	1	1	100%	100%	100%	25%	1	1	1	0,25	3,25	18,25
24	2	1	1	1	2	1	100%	100%	100%	25%	2	2	4	0,5	8,5	64
25	2	2	1	1	1	0	100%	100%	100%	25%	4	4	4	0	12	67,5
26	2	1	1	1	0	1	100%	100%	100%	25%	2	2	0	0,5	4,5	20
27	2	2	2	1	2	2	100%	100%	100%	25%	8	4	8	2	22	83
28	2	2	2	2	2	2	100%	100%	100%	25%	8	8	8	2	26	91
29	2	0	0	0	0	0	100%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0	9
30	1	2	1	1	1	1	100%	100%	100%	25%	2	2	2	0,5	6,5	24,5

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.3 POSICIONAMIENTO 1.3.1 Aumentar la calidad del servicio														
	POSICIONAMIENTO 1.3	1.3.1	1.3.1.1	1.3.1.2	1.3.1.3	1.3.1.4	FACTOR POND.				SUBTOTAL				TOTAL
1	0	1	1	1	1	2	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
2	1	2	2	2	2	1	50%	100%	100%	25%	2	4	4	0,5	10,5
3	1	2	1	2	2	0	50%	100%	100%	25%	1	4	4	0	9
4	1	0	1	0	0	0	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
6	2	2	1	0	0	0	50%	100%	100%	25%	2	0	0	0	2
7	1	1	1	1	1	1	50%	100%	100%	25%	0,5	1	1	0,25	2,75
8	1	1	0	1	1	1	50%	100%	100%	25%	0	1	1	0,25	2,25
9	2	2	1	0	0	2	50%	100%	100%	25%	2	0	0	2	4
10	0	0	1	0	0	0	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
11	1	2	1	2	2	1	50%	100%	100%	25%	1	4	4	0,5	9,5
12	1	2	2	2	2	0	50%	100%	100%	25%	2	4	4	0	10
13	0	0	1	1	1	0	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
14	1	1	0	0	0	1	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0,25	0,25
15	1	1	1	1	0	1	50%	100%	100%	25%	0,5	1	0	0,25	1,75
16	0	1	1	1	1	2	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
17	1	1	1	0	0	0	50%	100%	100%	25%	0,5	0	0	0	0,5
18	1	2	2	2	2	1	50%	100%	100%	25%	2	4	4	0,5	10,5
19	1	2	1	1	1	1	50%	100%	100%	25%	1	2	2	0,5	5,5
20	2	2	1	1	1	1	50%	100%	100%	25%	2	4	4	1	11
21	1	1	1	1	1	0	50%	100%	100%	25%	0,5	1	1	0	2,5
22	2	2	1	1	1	0	50%	100%	100%	25%	2	4	4	0	10
23	1	1	1	2	1	1	50%	100%	100%	25%	0,5	2	1	0,25	3,75
24	2	1	2	2	1	1	50%	100%	100%	25%	2	4	2	0,5	8,5
25	1	2	1	1	1	0	50%	100%	100%	25%	1	2	2	0	5
26	1	2	2	2	0	0	50%	100%	100%	25%	2	4	0	0	6
27	2	2	2	2	1	1	50%	100%	100%	25%	4	8	4	1	17
28	2	2	2	2	2	2	50%	100%	100%	25%	4	8	8	2	22
29	0	1	1	0	1	0	50%	100%	100%	25%	0	0	0	0	0
30	2	2	2	1	1	1	50%	100%	100%	25%	4	4	4	1	13

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.3 POSICIONAMIENTO		1.3.2 Reducir los plazos de ejecución			FACTOR POND.			SUBTOTAL			TOTAL
	POSICIONAMIENTO 1.3	1.3.2	1.3.2.1	1.3.2.2	1.3.2.3							
1	0	1	1	2	1	100%	50%	25%	0	0	0	0
2	1	2	1	1	1	100%	50%	25%	2	1	0,5	3,5
3	1	1	2	2	2	100%	50%	25%	2	1	0,5	3,5
4	1	1	0	1	0	100%	50%	25%	0	0,5	0	0,5
5	0	1	0	1	0	100%	50%	25%	0	0	0	0
6	2	2	2	2	1	100%	50%	25%	8	4	1	13
7	1	1	2	2	0	100%	50%	25%	2	1	0	3
8	1	1	1	0	1	100%	50%	25%	1	0	0,25	1,25
9	2	2	2	1	1	100%	50%	25%	8	2	1	11
10	0	0	0	1	1	100%	50%	25%	0	0	0	0
11	1	1	0	1	1	100%	50%	25%	0	0,5	0,25	0,75
12	1	1	0	1	2	100%	50%	25%	0	0,5	0,5	1
13	0	0	2	2	1	100%	50%	25%	0	0	0	0
14	1	0	1	0	1	100%	50%	25%	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	100%	50%	25%	1	0,5	0,25	1,75
16	0	1	1	1	0	100%	50%	25%	0	0	0	0
17	1	1	1	0	0	100%	50%	25%	1	0	0	1
18	1	1	1	2	1	100%	50%	25%	1	1	0,25	2,25
19	1	1	2	1	1	100%	50%	25%	2	0,5	0,25	2,75
20	2	2	2	1	1	100%	50%	25%	8	2	1	11
21	1	2	1	2	1	100%	50%	25%	2	2	0,5	4,5
22	2	1	1	1	1	100%	50%	25%	2	1	0,5	3,5
23	1	0	0	1	0	100%	50%	25%	0	0	0	0
24	2	1	1	1	1	100%	50%	25%	2	1	0,5	3,5
25	1	1	1	1	1	100%	50%	25%	1	0,5	0,25	1,75
26	1	1	2	0	1	100%	50%	25%	2	0	0,25	2,25
27	2	2	2	2	2	100%	50%	25%	8	4	2	14
28	2	2	2	2	2	100%	50%	25%	8	4	2	14
29	0	0	0	0	0	100%	50%	25%	0	0	0	0
30	2	2	1	1	1	100%	50%	25%	4	2	1	7

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.3 POSICIONAMIENTO 1.3.3 Mejorar la marca									
	POSICIONAMIENTO 1.3	1.3.3	1.3.3.1	1.3.3.2	FACTOR POND.		SUBTOTAL		TOTAL	
1	0	2	2	2	25%	25%	0	0	0	
2	1	2	2	2	25%	25%	1	1	2	
3	1	2	1	2	25%	25%	0,5	1	1,5	
4	1	1	0	1	25%	25%	0	0,25	0,25	
5	0	1	0	1	25%	25%	0	0	0	
6	2	2	2	1	25%	25%	2	1	3	
7	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5	
8	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5	
9	2	1	1	0	25%	25%	0,5	0	0,5	
10	0	1	0	0	25%	25%	0	0	0	
11	1	1	0	1	25%	25%	0	0,25	0,25	
12	1	2	2	1	25%	25%	1	0,5	1,5	
13	0	0	1	0	25%	25%	0	0	0	
14	1	1	1	0	25%	25%	0,25	0	0,25	
15	1	2	1	1	25%	25%	0,5	0,5	1	
16	0	0	2	1	25%	25%	0	0	0	
17	1	0	0	0	25%	25%	0	0	0	
18	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5	
19	1	1	2	2	25%	25%	0,5	0,5	1	
20	2	2	2	2	25%	25%	2	2	4	
21	1	1	1	2	25%	25%	0,25	0,5	0,75	
22	2	2	1	1	25%	25%	1	1	2	
23	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5	
24	2	2	2	1	25%	25%	2	1	3	
25	1	2	1	1	25%	25%	0,5	0,5	1	
26	1	2	1	2	25%	25%	0,5	1	1,5	
27	2	2	2	2	25%	25%	2	2	4	
28	2	2	2	2	25%	25%	2	2	4	
29	0	1	0	1	25%	25%	0	0	0	
30	2	1	1	2	25%	25%	0,5	1	1,5	

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.3 POSICIONAMIENTO	1.3.4 Ganar una mejor posición			FACTOR POND.		SUBTOTAL		TOTAL
	1.3	1.3.4	1.3.4.1	1.3.4.2					
1	0	1	1	2	25%	25%	0	0	0
2	1	2	2	2	25%	25%	1	1	2
3	1	1	0	0	25%	25%	0	0	0
4	1	0	0	0	25%	25%	0	0	0
5	0	0	0	0	25%	25%	0	0	0
6	2	2	1	0	25%	25%	1	0	1
7	1	1	2	2	25%	25%	0,5	0,5	1
8	1	1	2	1	25%	25%	0,5	0,25	0,75
9	2	1	1	0	25%	25%	0,5	0	0,5
10	0	0	1	0	25%	25%	0	0	0
11	1	1	1	0	25%	25%	0,25	0	0,25
12	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5
13	0	1	0	1	25%	25%	0	0	0
14	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5
15	1	2	1	2	25%	25%	0,5	1	1,5
16	0	1	2	2	25%	25%	0	0	0
17	1	0	0	0	25%	25%	0	0	0
18	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5
19	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5
20	2	2	0	1	25%	25%	0	1	1
21	1	2	2	1	25%	25%	1	0,5	1,5
22	2	1	2	1	25%	25%	1	0,5	1,5
23	1	1	1	1	25%	25%	0,25	0,25	0,5
24	2	2	1	2	25%	25%	1	2	3
25	1	1	2	1	25%	25%	0,5	0,25	0,75
26	1	2	1	2	25%	25%	0,5	1	1,5
27	2	2	2	2	25%	25%	2	2	4
28	2	2	2	2	25%	25%	2	2	4
29	0	0	0	0	25%	25%	0	0	0
30	2	2	1	1	25%	25%	1	1	2

CAPÍTULO 7: ANEXOS

N°	1.3 POSICIONAMIENTO		1.3.5 Aprovechar nuevas oportunidades				POSICIONAMIENTO TOTAL
	POSICIONAMIENTO 1.3	1.3.5	1.3.5.1	FACTOR POND.	SUBTOTAL	TOTAL	
1	0	2	1	25%	0	0	0
2	1	2	2	25%	1	1	19
3	1	1	2	25%	0,5	0,5	14,5
4	1	0	0	25%	0	0	0,75
5	0	0	0	25%	0	0	0
6	2	1	0	25%	0	0	19
7	1	1	0	25%	0	0	7,25
8	1	1	1	25%	0,25	0,25	5
9	2	1	0	25%	0	0	16
10	0	2	2	25%	0	0	0
11	1	2	0	25%	0	0	10,75
12	1	1	2	25%	0,5	0,5	13,5
13	0	0	0	25%	0	0	0
14	1	1	0	25%	0	0	1
15	1	2	1	25%	0,5	0,5	6,5
16	0	2	2	25%	0	0	0
17	1	1	0	25%	0	0	1,5
18	1	1	1	25%	0,25	0,25	14
19	1	1	1	25%	0,25	0,25	10
20	2	2	1	25%	1	1	28
21	1	1	0	25%	0	0	9,25
22	2	1	2	25%	1	1	18
23	1	1	0	25%	0	0	4,75
24	2	1	1	25%	0,5	0,5	18,5
25	1	1	2	25%	0,5	0,5	9
26	1	2	1	25%	0,5	0,5	11,75
27	2	1	1	25%	0,5	0,5	39,5
28	2	2	2	25%	2	2	46
29	0	0	0	25%	0	0	0
30	2	1	0	25%	0	0	23,5

