
INGENIERÍA INDUSTRIAL QUÉ SOMOS Y QUÉ HACEMOS

EDITOR: JAIME ENRIQUE VARELA

SEGUNDA EDICIÓN



Universidad
de los Andes

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

INGENIERÍA INDUSTRIAL **Qué somos, Qué hacemos**

Editor: Jaime Enrique Varela

Segunda Edición Diciembre de 2013

Corrección de Estilo: Magdalena Holguín

Portada: foto de Andrés Valderrama; estudiantes de Ingeniería diseñando una estructura en el marco del proyecto de Expoandes, 2004-1.

LOS AUTORES

Eduardo Aldana

ealdana@uniandes.edu.co

Es ingeniero civil de la Universidad de Los Andes, M. Sc. de la Universidad de Illinois, Ph. D. del Instituto Tecnológico de Massachussets, MIT. Profesor de ingeniería de la Universidad de los Andes, (1958), miembro de Misión Presidencial de Ciencia, Educación y Desarrollo, (1993-1994), gobernador del Tolima (1989-1990), director general de Colciencias (1983-1986), rector de la Universidad de Los Andes (1973-1975). Profesor Emérito

Eliécer Gutiérrez

egutierr@uniandes.edu.co

Es ingeniero de sistemas de la Universidad de Los Andes, Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de Los Andes, Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de Puerto Rico. Profesor del área de Producción y Tecnología .

Hernando Mariño

hmarinon@gmail.com

Es ingeniero industrial de la Universidad de los Andes. Magíster en administración de la Universidad de Estocolmo – Ali Rati. Lean Six Sigma Master Black Belt. Especializado en control total de la calidad y normalización industrial en Japón y en gestión informática en Suiza. Profesor en programas para graduados en las facultades de Ingeniería y Administración de la Universidad de los Andes. Autor de quince libros sobre temas de ingeniería industrial y administración. Dirige la red de consultores Mariño & Asociados, dedicada a proveer consultoría y entrenamiento especializado en Lean Six Sigma

Jaime Enrique Varela

jvarela@uniandes.edu.co

Es ingeniero industrial de la Universidad de Los Andes y M. Eng. de la Universidad de Berkeley (California), 1970. Candidato a Ph.D de la Universidad de Pennsylvania, en 1974. Fue director del Departamento de Ingeniería Industrial, coordinador de pregrado y de posgrado; profesor de cátedra de la Universidad de Los Andes. Investigador del Instituto Ser de Investigación. Gerente de Konsultorias Ltda.. Presidente honorario y vitalicio de Inandes y colaborador permanente de la Universidad de Los Andes. Profesor del Curso de Introducción a la Ingeniería Industrial en varias épocas.

Gonzalo Torres

gotorres@uniandes.edu.co

Es Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes, Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes, M. Sc. in Industrial Engineering de la Universidad de Pittsburg. Director del Departamento de Ingeniería Industrial (1981) y profesor e investigador del departamento, ex vicedecano de la Facultad de Ingeniería

Javier Lozano

j-lozano@uniandes.edu.co

Es ingeniero industrial de la Universidad de los Andes, Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Instructor del curso Introducción a la Ingeniería Industrial en varias oportunidades.

Catalina Colmenares

Es ingeniera industrial de la Universidad de los Andes, Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Asistente del curso de Introducción a la Ingeniería en el periodo 2002-2003

Alfonso Reyes

areyes12345@hotmail.com

Es Físico de la Universidad de los Andes, Ingeniero de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. MS.c. in Computer Science. University of Maryland, Ph.D. in Management Cybernetics. University of HumberSide, Postdoctorado en Managment Cybernetics. University of Lincoln. Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Industrial. Rector de la Universidad de Ibagué

Néstor Jiménez

n-jimene@uniandes.edu.co

Es ingeniero industrial de la Universidad de los Andes, Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Director Centro Trayectoria Profesional Uniandes. Profesor del curso de Introducción a la Ingeniería Industrial desde el año 2002 al 2012

Wilson Flórez

w-florez@uniandes.edu.co

Es ingeniero industrial de la Universidad de los Andes, Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Asistente graduado del curso Introducción a la Ingeniería Industrial en el periodo 2003-2004. Profesor de cátedra de Ingeniería Industrial.

Ricardo Dávila

Es Economista Industria de la Universidad de los Andes, Maestría en Desarrollo Rural de la Universidad Javeriana. Director del Instituto de Estudios Rurales (IER) de la FEAR y coordinador de la Unidad de Estudios Solidarios (UNES). Director de la revista Cuadernos de Desarrollo Rural. Miembro del Comité de Dirección de la red Unircoop.

Ignacio Vélez

nachovelez@gmail.com

Es Ingeniero Industrial de la Universidad de los andes, M.Sc., Universidad de Missouri. Estuvo vinculado a la Facultad de Administración y al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial del Politécnico Grancolombiano. Gerente de Master Consultores Cartagena. Profesor Universidad Tecnológica de Bolívar

Jorge Hernán Cárdenas

jorgehernan@oportunidadestrategica.com.co

Director de Oportunidad Estratégica. Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes (1983), M.A. Economía de la Universidad de Minnesota, (1986), M.Sc. en Administración del Sloan School of Management en MIT (1995). Vice Rector General de la Universidad Nacional de Colombia (1990-91); Asesor y Consejero Presidencial en el gobierno Gaviria, (1992-94); asesor Especial del Secretario General de la OEA; Decano Facultad de Administración Universidad de los Andes (1997-2003).

Gonzalo Mejía

gmejia@uniandes.edu.co

Ingeniero Mecánico de la Universidad de los Andes (1992), Maestría en Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes (2004), PhD en Ingeniería Industrial de Lehigh University (USA) (2002). Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes (2008) y Director del Grupo PYLO (Producción y Logística) (2010) avalado por Colciencias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN	10
PRÓLOGO	12
CAPÍTULO 1. INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SU CAMPO DE ACCIÓN	15
<i>Wilson Flórez y Jaime Enrique Varela</i>	15
Pero ¿Qué hace un ingeniero industrial?	17
Miremos la empresa como un sistema	26
Organice sus ideas	30
Como podemos planear y evaluar nuestro negocio	34
Nosotros y el mercado laboral	36
CAPÍTULO 2. DISOLVER PROBLEMAS: CRITERIO PARA FORMULAR PROYECTOS SOCIALES	39
<i>Eduardo Aldana Valdés y Alfonso Reyes Alvarado</i>	39
Resolver problemas: ¿Un arte o una ciencia?	39
CAPÍTULO 3. BASES PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	47
<i>Jaime Enrique Varela</i>	47
Introducción	47
Medición y operacionalización	47
Diseño de la evaluación	49
Recolección de datos	50
¿Cómo hacer preguntas?	53
Recolección de la información	57
Cuestionario	59
Instrucciones básicas programa SPSS	62
CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS	67
<i>Gonzalo Torres</i>	67
Gerencia de mercadeo	69
¿Qué es la investigación de mercados?	71
El proceso de investigación	72

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

1. Planeación preliminar _____	73
2. Diseño de la investigación _____	74
La investigación de mercados a lo largo del ciclo de vida de un producto _____	77
CAPÍTULO 5. PRINCIPIOS DE ESTADÍSTICA _____	79
<i>Jaime Enrique Varela</i> _____	79
Estadística descriptiva _____	82
Pruebas de hipótesis _____	90
Muestreo: _____	97
<i>Series de tiempo</i> _____	99
<i>Diseño de experimentos</i> _____	100
CAPÍTULO 6. SISTEMAS PRODUCTIVOS Y GESTIÓN LOGÍSTICA _____	104
<i>Néstor A. Jiménez</i> _____	104
Procesos productivos _____	108
Diagramas de flujo _____	113
Diagramas de proceso _____	115
Gestión logística _____	117
Descripción del proceso productivo del Champú _____	119
La estadística dentro del control de calidad _____	121
CAPÍTULO 7. LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LA DINÁMICA DE PLANTA _____	128
<i>Eliécer Gutiérrez , Gonzalo Mejía</i> _____	128
Definiciones Claves: _____	129
Modelos Dinámicos _____	133
Extensiones del sistema CONWIP: Teoría de las Restricciones _____	135
CAPÍTULO 8. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES _____	140
<i>Jaime Enrique Varela</i> _____	140
Algunos problemas de Investigación de Operaciones _____	142
Un problema de asignación de recursos _____	145
Un problema de distribución y transporte _____	147
Un problema de inventarios _____	150
Un problema de optimización _____	153
Un problema de rutas o flujos _____	154

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Un problema de localización _____	156
Un problema de colas _____	158
Problemas de simulación _____	160
Taller de Investigación de Operaciones _____	163
CAPÍTULO 9. CALIDAD: SU EVOLUCIÓN _____	176
Hernando Mariño Navarrete _____	176
Introducción _____	176
Calidad del proceso _____	177
El control de procesos _____	177
El mejoramiento de procesos _____	178
La gerencia de procesos _____	179
Procesos Seis Sigma _____	182
La serie ISO 9000 _____	183
La calidad total _____	184
Principios y valores _____	185
La calidad y los resultados económicos _____	187
La metodología DMAIC _____	191
Los orígenes _____	192
La metodología _____	192
Lean six sigma _____	198
CAPÍTULO 10. INTRODUCCIÓN A LA GERENCIA FINANCIERA _____	201
Ignacio Vélez, Ricardo Dávila _____	201
Objetivos de la función financiera _____	201
Visión general de los estados financieros de una firma _____	202
La contabilidad _____	202
Principios que rigen la contabilidad _____	202
Balance general _____	203
El estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados _____	207
Las cuentas _____	210
Relación entre los estados financieros de una firma _____	211
Representación gráfica de los estados financieros _____	211
CAPÍTULO 11. EVALUACIÓN DE PROYECTOS _____	229
Javier L. Lozano C. _____	229
Diagramas de flujo _____	229

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

El valor del dinero en el tiempo	230
El valor presente neto (VPN)	233
La tasa interna de retorno TIR	235
La relación beneficio-costos B/C	235
CAPÍTULO 12. ANÁLISIS FINANCIERO Y CONTROL	237
Ignacio Vélez, Ricardo Dávila	237
El balance general y el estado de resultados o de pérdidas y ganancias	237
Indicadores e índices	237
El análisis vertical	240
El análisis horizontal	243
Razones financieras	246
CAPÍTULO 13. LAS ORGANIZACIONES	
Catalina Colmenares	266
Metáforas para describir la organización	267
Algunas tendencias	270
Las organizaciones que aprenden	272
Características de las organizaciones que aprenden	274
Pero... ¿qué es aprender?	275
CAPÍTULO 14. COMO ELABORAR UN PLAN DE TRABAJO	277
Jaime Enrique Varela	277
¿Qué es planeación?	277
¿Por qué la planeación?	278
Objetivos (Deseos, Ideal)	279
Acción o Actividad (Qué, Cómo)	280
Tiempo, Duración, Calendario (Cuando)	281
Metas (Qué Quiero)	282
Gestión – Indicadores de Gestión (Bien, Regular, Mal)	284
El Plan de Trabajo	285
CAPÍTULO 15. INSTRUCTIVO PARA REALIZAR UN PLAN ESTRATÉGICO	288
Jaime Enrique Varela	288
1. Visión corporativa	289

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

2. Misión corporativa	291
3. Análisis externo - Amenazas - Oportunidades	295
4. Análisis interno – Fortalezas y Debilidades	297
5. Análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)	300
6. Objetivos estratégicos	302
7. Plan estratégico	303
<i>CAPÍTULO 16. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN</i>	306
<i>Jorge Hernán Cárdenas S</i>	306
¿Qué es emprendimiento? Algunas definiciones importantes.	307
¿Qué habilidades debe tener un emprendedor?	309
Oportunidades de mercado	310
Plan de negocios	313
Oportunidades de crecimiento, el momento de emprender	318
Emprendedores exitosos en Colombia	322
<i>GUÍA PARA ELABORAR UN PLAN DE NEGOCIOS</i>	327
<i>I. PRESENTACIÓN</i>	327
<i>II. INTRODUCCIÓN</i>	327
<i>III. DOCUMENTO – PLAN DE NEGOCIO</i>	329
<i>1. RESUMEN EJECUTIVO</i>	329
1.1 Ejemplo Resumen Ejecutivo.	330
<i>2. EL NEGOCIO</i>	331
2.1 Descripción del Negocio	331
2.2 Elaboración de los Productos o Servicios	332
2.3 Gerencia	333
2.4 Personal	333
<i>3. MERCADEO</i>	334
3.1 Mercado Objetivo	334
3.2 Competencia	336
3.3 Métodos de Distribución.	337
3.4 Precios	337
3.5 Momento de entrada al mercado	338
3.6 Ubicación	338

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

3.7 Tendencias de la Industria	339
4. DOCUMENTOS FINANCIEROS	339
4.1 Inversión inicial de capital	339
4.2 Estado de Pérdidas y Ganancias (P&G) o de Resultados	340
4.2.1 Elementos del P&G	341
4.4 Balance General	346
4.5 Punto de equilibrio (PE)	347
4.5.1 Fuentes de información para un análisis de PE	347
4.6 Proyección Estados Financieros	349
4.6.1 Ejemplo Proyección Estados Financieros	349
4.7 Resumen	351
5. DOCUMENTOS DE APOYO	351
6. ENSAMBLE DE SU PLAN DE NEGOCIO.	351

PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN

La actualización de este libro para su Segunda Edición la he desarrollado durante el segundo semestre del 2013. Esta actualización y ampliación de varios capítulos y la inclusión de uno nuevo buscan dar mayor información a los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Industrial.

En el primer capítulo he ampliado las actividades que desempeñamos los ingenieros industriales, incluí una breve descripción de la metodología CANVAS con mucho auge recientemente que se utiliza en los modelos de negocio y también se presentan cifras sobre el empleo y salarios de los ingenieros industriales, tomando como referencia encuestas que realiza la universidad periódicamente.

En el capítulo 3 de recolección de datos se han ampliado los conceptos del trabajo de obtener información, se incluye un resumen de manual acerca de las etapas que se deben emprender en el proceso de realizar encuestas y recomendaciones para las personas que hacen las entrevistas.

El capítulo 4 de Mercadeo se ha ampliado en base a las conferencias que ha preparado el profesor Gonzalo Torres y nociones básicas de las famosas P (es) del mercadeo.

En el capítulo 5 de Estadística incluí nociones básicas sobre muestreo, series de tiempo y diseño de experimentos, herramientas estadísticas de mucha utilización por parte de Ingenieros Industriales.

El capítulo 6 de Producción se la incorporado un ejercicio adicional.

El capítulo 7 de Programación de Producción fue modificado sustancialmente por el profesor Gonzalo Mejía para incluir bases sobre la Teoría de las Restricciones.

En el capítulo 8 de Investigación de Operaciones he incluido historias adicionales de problemas que con frecuencia se presentan en Investigación de Operaciones, más ejemplos sobre las diferentes técnicas del área y una cantidad adicional de problemas del tema de Simulación.

El capítulo 9 de calidad ha sido revisado en forma amplia por el autor el Ingeniero Industrial Hernando Mariño, quien adicionalmente ha incluido

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar mejoras y Controlar); igualmente hace alusión a varias técnicas originarias de Japón de mucho uso en calidad.

Los capítulos 10 y 12 sobre introducción a la gerencia financiera y contabilidad y el de análisis financiero se les han incluido ejercicios.

En los capítulos 14 de Planeación del Trabajo y 15 de la Elaboración de Planes Estratégicos he ampliado los conceptos que se desarrollan para mayor claridad de los lectores.

El capítulo 16 sobre Emprendimiento e Innovación es un capítulo nuevo que nació de las conferencias que el Ingeniero Industrial Jorge Hernán Cárdenas nos ha ofrecido en este curso durante varios años.

En el anexo acerca de cómo elaborar un Plan de Negocios se han aclarado algunos temas, pero en esencia continúa muy similar.

Esta segunda edición cubre todos los temas que se ofrecen a lo largo del semestre en el curso y curiosamente, algunos estudiantes protestan porque en el libro se dice lo mismo que oyen en las clases. Pareciera que sobramos nosotros y bastaría con unos robots que les hicieran leer el libro durante el semestre, cuestión que tampoco hacen !!!

Jaime Enrique Varela
Bogotá, Diciembre 2013

PRÓLOGO

Utilizamos este libro con los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Industrial en la Universidad de Los Andes. La gran mayoría de nosotros inició su primer semestre en la Universidad con muy poco conocimiento sobre el contenido de la carrera profesional; inclusive, algunos de nosotros nos iniciamos en otra carrera. El propósito de este primer curso es ofrecer a nuestros estudiantes un panorama de los temas en los que se hace énfasis en la Ingeniería Industrial en esta universidad, y darles elementos de juicio para reafirmarse en su elección o descubrir a tiempo que deben modificar su rumbo profesional.

Este curso se inició en 1975 y ha sufrido variaciones a lo largo de los años, en un intento por adaptarnos al ritmo cambiante de la tecnología. Este texto es un primer esfuerzo por definir el contenido del curso y evitar que cada nuevo profesor le imprima sus preferencias personales. Posteriormente se modificará de acuerdo con las exigencias del cambio tecnológico en nuestra profesión.

Sirve este texto el doble propósito de entrenar a nuestros aprendices de Ingenieros Industriales dentro del proyecto de "Expoandes", en el cual nuestros estudiantes desarrollan un proyecto en pequeños grupos a lo largo del semestre; estos proyectos buscan enfrentarlos a problemas cotidianos de la vida real, alrededor de la elaboración de un "Plan de negocios". La búsqueda de la idea y de los integrantes del grupo, se realiza durante la segunda semana de clases, en un día sábado de esparcimiento al aire libre, con el apoyo de los profesores para que los temas seleccionados sean factibles de desarrollar en el tiempo previsto. El contenido de este texto les proporciona diversas herramientas que los apoyan en la realización de su proyecto. Esta es una de las actividades por medio de las cuales el ingeniero de los Andes comienza su entrenamiento en tareas que lo obligan a desarrollar un espíritu de investigación y trabajo en equipo, con la certeza de que no todo se encuentra en los libros de texto y que la solución de problemas requiere una gran dosis de investigación y aprendizaje personal.

Con el concurso de profesores del departamento, ingenieros industriales en ejercicio, instructores y asistentes graduados que nos apoyan como profesores de las diferentes secciones que requiere este curso, hemos elaborado varios capítulos que son una muestra de aspectos de la carrera, sin pretender cubrir la infinidad de variantes que existen en las áreas básicas de nuestro currículo: Producción y Tecnología, Investigación de Operaciones y Estadística, Gestión de Organizaciones y Economía y Finanzas.

Se inicia el texto con un panorama de las actividades que generalmente enfrenta un ingeniero industrial en una empresa de bienes o servicios, cuando las desarrolla en forma especializada o cuando debe enfrentarlas todas y cada una de ellas. Buena parte de las empresas de nuestro país no tienen la capacidad necesaria para contratar ingenieros especializados, por lo que nuestros ingenieros deben estar en condiciones de enfrentarse a todas y cada una de las áreas que se describen en el capítulo. Se introduce el concepto de Sistema para mirar o estudiar las empresas y organizaciones como un sistema.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Igualmente una metodología muy sencilla para organizar sus ideas con el apoyo de un software libre conocido como *Freemind*. He escrito este capítulo en compañía de Wilson Flórez, antiguo alumno mío, quien se desempeña actualmente como instructor del Departamento.

El ingeniero se enfrenta a problemas de diversa índole, y una de sus primeras tareas es entender la problemática, situación o “embrollo” que tiene entre manos. El segundo capítulo es un extracto de los primeros capítulos del libro recientemente publicado por los profesores Eduardo Aldana y Alfonso Reyes¹.

En el capítulo tercero, me he propuesto ilustrar los principios que guían la obtención de datos por medio de entrevistas o encuestas; el ingeniero industrial debe recolectar datos con mucha frecuencia, especialmente cuando desea conocer la posición de sus productos o realizar campañas de mercadeo. Tiene un anexo muy corto de instrucciones para capacitar a los estudiantes en el uso del programa SPSS de estadística.

El capítulo cuarto es un recuento muy completo sobre la investigación de mercados, escrito por el ingeniero industrial y vicedecano de la facultad de ingeniería, Gonzalo Torres. Su larga trayectoria profesional en el área y su experiencia académica en la universidad motivan a los estudiantes en la realización de su proyecto semestral.

El capítulo quinto es una introducción muy básica a los conceptos de estadística descriptiva. He escrito este capítulo con datos proporcionados por los mismos estudiantes, para mostrar que la presentación adecuada de cifras por medio de gráficos, tablas, promedios y medidas similares, dice mucho al investigador sobre los datos que ha recolectado.

El capítulo sexto, escrito por el ingeniero industrial Néstor Jiménez, muestra los principios de mayor importancia en Producción. Incluye un ejercicio práctico para que los estudiantes trabajen sobre cifras de la vida real.

El capítulo séptimo, escrito por el profesor Eliécer Gutiérrez, magíster en Ingeniería Industrial, muestra métodos matemáticos que se utilizan en la secuencia de producción en líneas de ensamble.

El capítulo octavo muestra las diferentes facetas de la Investigación de Operaciones, una de las áreas con gran énfasis en el departamento. Escribí este capítulo después de muchos años de haber redactado el texto que se utilizó en aquella época en los Andes y en muchas otras universidades².

El capítulo noveno, escrito por nuestro ex alumno Hernando Mariño, versa sobre la evolución del concepto de calidad. Él ha dedicado su vida profesional a este tema y ha publicado siete libros, uno de los cuales analiza la calidad desde una concepción más integral³.

¹Aldana, Eduardo y Alfonso Reyes. *Disolver Problemas, criterio para formular proyectos sociales*. Ediciones Uniandes, Bogotá, 2004.

²Varela, Jaime Enrique. *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1982

³Mariño, Hernando. *Gerencia de Procesos*, Editorial Alfa Omega, Bogotá, febrero 2001.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Los capítulos décimo y decimosegundo son un extracto de los primeros capítulos de un texto sin publicar que se utiliza en la Universidad Javeriana, escritos por nuestro muy apreciado colega Ignacio "Nacho" Vélez y Ricardo Dávila de familia de Ingenieros Industriales. Nos muestran los principios básicos de la Contabilidad y las Finanzas.

El capítulo decimoprimer, escrito por Javier Lozano, Instructor del Departamento, explica los principios básicos del valor del dinero en el tiempo, requisitos indispensables para la evaluación de proyectos.

El capítulo decimotercero muestra algunos principios de la teoría de las organizaciones; fue escrito por nuestra ex alumna del magíster y anterior colaboradora del curso de introducción, Catalina Colmenares.

El capítulo décimo cuarto muestra algunos principios de planeación y presenta un método para que los estudiantes comiencen a organizar las ideas de sus proyectos de Expoandes. Escribí este capítulo como resultado de las muchas asesorías que he realizado en temas afines.

Por último, el capítulo decimoquinto presenta una guía para elaborar un plan estratégico, también producto de las muchas asesorías que he realizado en la materia.

Al final, incluimos un anexo titulado "Guía para elaborar un Plan de Negocios", traducción parcial, mejorada y aumentada de "How to write a Business Plan", de Linda Pinzon y Jerry Jinnett, quienes lo escribieron para la oficina "Small Business Administration" de los Estados Unidos.

Las clases que ofrecemos a los estudiantes de Ingeniería Industrial se basan en estos capítulos, y la gran mayoría de ellos incluyen ejercicios o talleres para que los estudiantes pasen de la teoría a la práctica. Como anécdota acerca del contenido, uno de mis alumnos de los años setentas, cuya hija se inscribió en nuestro curso y le mostró el libro a su papi, me dijo: "Aquí está todo lo que estudiamos nosotros".

Desde luego debemos agradecer a los muchos estudiantes que nos han colaborado en el proceso de recolectar los artículos, editar el texto, numerar las gráficas y otros temas que requirieron mucha paciencia de parte de ellos, especialmente: Ana María Quintero, Adriana María Rodríguez y Jhon Ávila. El profesor Jorge Acevedo, quien coordinara el curso, fue un gran entusiasta e impulsador de esta aventura. No sobra agradecer el apoyo del Departamento de Ingeniería Industrial.

Jaime Enrique Varela
Bogotá, Mayo 2009

CAPÍTULO 1. INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SU CAMPO DE ACCIÓN

Wilson Flórez⁴ y Jaime Enrique Varela⁵

“La Ingeniería Industrial es el arte de administrar las cosas y gobernar a las personas”

Ing. Guillermo Camacho Caro
Fundador del primer programa de Ingeniería Industrial en Colombia.

Hoy es el primer día de clases, y comienzo una nueva etapa de mi vida. Decidir qué estudiar fue algo complicado, pero finalmente opté por inscribirme en un programa de ingeniería en esta universidad. Hace calor y viene la respuesta a la pregunta que me he hecho hace tiempo... ¿Qué es la Ingeniería Industrial?

Para responder a esta inquietud se han utilizado definiciones, ejemplos y contextos históricos; pero quizá la mejor forma de describir esta labor es llamándola una disciplina de ciencia aplicada. **Ciencia aplicada a problemas relacionados con la predicción, diseño, planificación, evaluación y mejoramiento de la eficiencia en las empresas.**⁶ Definición que debe ser considerada desde la historia y desde el *que hacer* de los ingenieros industriales. Empecemos pues, con algo de historia que ambiente el proceso de nacimiento de esta profesión.

Peter Drucker (pensador austriaco, 1909) en el primer capítulo de su libro *La sociedad post capitalista*⁷, define tres tipos de revoluciones que incidieron en la concepción del mundo de su época y de la administración de las organizaciones que lo componen. En primera instancia, describe la *Revolución industrial* como aquella en la que se aplicó el conocimiento a herramientas, procesos y productos. Vino luego la *Revolución de la productividad*, llamada así porque el conocimiento, en su nuevo significado, empezó a aplicarse al trabajo; y, finalmente, vino la *Revolución administrativa*, en la que el conocimiento se está aplicando a sí mismo.

Es en la revolución industrial cuando se escribe la *Enciclopedia* de Denis Diderot (1713-1784) y Jean d’Alembert (1717-1783). Esta obra recopila de forma organizada y sistemática el conocimiento que se tenía de los oficios, para que estos pudieran ser aprendidos de un libro y, con ello, el lector

⁴ Profesor de cátedra del Curso Introducción a la Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.

⁵ Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, desde 1970

⁶ Adaptado de PERSEUS PUBLISHING (CB). *The Ultimate Business Dictionary*, Cambridge, MA, USA:Perseus Publishing, 2003. Página 161.

⁷ DRUCKER, PETER (1993), *La Sociedad Post Capitalista*, Capítulo 1. *Del Capitalismo a la sociedad del conocimiento*, Ed. Norma, Página 21.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

aplicado pudiera convertirse en tecnólogo. Según Drucker, este fue considerado uno de los primeros pasos para que la experiencia se convirtiera en conocimiento, el aprendizaje en libro de texto, el secreto⁸ en metodología, y el hacer en conocimiento aplicado.

En la revolución de la productividad, cuando el conocimiento empezó a aplicarse a las herramientas, los procesos y los productos, Frederick Winslow Taylor (1856-1915) aplicó, por primera vez en la historia, el conocimiento al estudio del trabajo. Inició las primeras investigaciones sobre los mejores métodos para realizar labores y la primera teoría integrada: *De los principios y la metodología de la dirección empresarial*. Entre los trabajos desarrollados por Taylor podemos encontrar: la determinación científica de los estándares de trabajo, la creación de un sistema diferencial de incentivos por pieza - un valor por cada tipo de pieza adicional, el mando funcional - formación de jefes para dirigir tareas específicas⁹, el cambio de mentalidad generado por el establecimiento de la dirección científica - el estudio del trabajo, la selección y capacitación del obrero y el control del trabajo. Estas actividades hicieron que Frederick Winslow Taylor fuese considerado el padre de la Ingeniería Industrial.

Taylor afirmaba que el trabajo se podía estudiar, analizar y subdividir en una serie de movimientos simples y de repetición, con modos, tiempos y herramientas determinados. Con el uso de estos conceptos era posible preparar "hombres de primera clase" - hombres bien preparados para desarrollar una actividad en particular - en unos pocos meses. Su principal motivación era crear una sociedad en la cual los agentes del proceso productivo pudieran establecer relaciones de armonía, basadas en la aplicación del conocimiento al trabajo. Quiso hacer productivos a los trabajadores para que pudieran ganar un ingreso decoroso.

Entre otros contemporáneos de Taylor que hicieron importantes aportes a la ingeniería industrial se encuentran: Frank Gilbreth (1868-1924) y su esposa Lillian Moller (1878-1972), al estudio de tiempos y movimientos; Henry L. Gantt (1861-1919), quien trabajó con Taylor e influyó en la *Teoría de la dirección*, e hizo un gran trabajo en el control de los resultados de gestión por medio de los gráficos de Gantt y otras técnicas. Harrington Emerson (1848-1931), quien propuso un sistema de incentivos que garantizaba sueldos diarios base y escalas de ingresos adicionales graduadas. Henri Fayol (1841-1925) quien, posteriormente a Taylor desarrolló una teoría administrativa basada en la administración del trabajo, la aplicación de un proceso administrativo y la formulación de criterios técnicos para guiar a la administración. Fayol dividió las operaciones de las empresas en seis tipos: administrativas o de gerencia, técnicas de producción, comerciales, financieras, contables y de seguridad.

⁸ Recordemos que antes de esta época, los oficios estaban protegidos por el secreto del artesano y se transmitían de maestro a aprendiz.

⁹ Jefes para trabajar en estándares de producción, la estandarización de instrumentos y asignación de material, mantenimiento y reparación de la maquinaria, control de calidad y desarrollo del personal, etc.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La Revolución Administrativa tiene dentro de sus preceptos aplicar el conocimiento al conocimiento, con lo cual el conocimiento formal es a su vez el recurso personal y económico clave. El conocimiento, en este nuevo sentido, se convierte en un instrumento para obtener resultados económicos y sociales.

Vemos entonces, en el devenir histórico de estos años, que la ingeniería industrial ha logrado convertir el arte en metodología y con ello ha propiciado el nacimiento de nuevos temas de estudio y la aplicación del conocimiento a las labores desarrolladas en el contexto empresarial, económico y social.

Pero ¿Qué hace un ingeniero industrial?

No es fácil dar respuesta a esta pregunta, pues hace un poco de todo. Para explicar las diversas tareas que puede realizar el ingeniero industrial podemos ofrecer el ejemplo siguiente: supongamos una fábrica o una empresa de servicios en la cual se pueden desempeñar los ingenieros industriales en varias áreas.

Tomemos, por ejemplo, una fábrica de camisas y observemos todas las actividades que deben ser previstas o analizadas:

- 1) Estudio del mercado
- 2) Cuánto y qué producir
- 3) Administrar la materia prima
- 4) Controlar la producción de las camisas
- 5) Verificar la calidad de las camisas
- 6) Conocer los costos y gastos de producción de las camisas
- 7) Definir un precio para vender las camisas
- 8) Almacenar las camisas terminadas
- 9) Distribuir las camisas a los puntos de venta
- 10) Hacer la publicidad de nuestras camisas
- 11) Conocer la reacción de nuestros compradores vs. la competencia
- 12) Corregir los problemas y defectos que se presentan en las camisas, servicio al cliente
- 13) Conocer cómo se comportan las finanzas y utilidades de nuestra fábrica
- 14) Administración del dinero, la Cartera
- 15) El talento humano, administrar el personal
- 16) Tener una organización adecuada en nuestra fábrica
- 17) Definir nuestra estrategia a largo plazo

Todos y cada uno de los puntos anteriores tienen que ver con la Ingeniería Industrial, sin mencionar muchas otras actividades que se desprenden de las anteriores. A la lista anterior, con excepción de algunos puntos, también se la

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

conoce como la "Cadena de valor"¹⁰; "La cadena de valor es esencialmente una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual descomponemos una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor".

Una corta explicación de cada uno de los temas anteriores es la siguiente:

- **Estudio del mercado:** debemos saber qué es lo que compran las personas para definir cuáles son los estilos de camisas que debemos fabricar. Dónde las compran, qué marcas y estilos prefieren, cuánto dinero gastan, cada cuánto compran y otras características del consumidor. Fabricar camisas que la gente no va a comprar no tiene mucho sentido.

En otras palabras, no se debe producir para mantener ocupadas las máquinas, sino para vender lo que producimos; por lo tanto, es necesario conocer las preferencias de los consumidores para que nuestra fábrica venda lo que produce. Quienes son nuestros competidores, cuáles son sus precios y como hacen la promoción o publicidad de sus camisas. Tenemos que diferenciarnos y para eso estudiamos el mercado.

Usualmente una empresa no realiza sus estudios de mercado, sino que generalmente los contrata con empresas especializada, puesto que es un trabajo complejo que requiere contratar los recolectores de la información o encuestadores y después procesar y analizar los resultados de las encuestas realizadas; sin embargo, debemos ser muy claros en indicarle a la empresa que contratemos, cuales son los objetivos de nuestro estudio de mercado y examinar en forma conjunta el formulario de preguntas que se piensan hacer en la investigación, así como los sitios o segmentos de población donde queremos que se hagan las encuestas; también la forma de realizarlas, pues pueden ser presenciales o telefónicas y también existen otras modalidades de conocer los gustos de los consumidores y también de la competencia.

- **Cuánto y qué producir:** hecha nuestra investigación del mercado, debemos definir cuántas camisas vamos a fabricar, de cuáles estilos, de qué tallas, en qué épocas del año; en otras palabras, definir un "Plan maestro de producción". Nuestra fábrica tiene una capacidad limitada y debemos definir la cantidad de camisas que se pueden producir mensualmente, con el fin de tener una cantidad suficiente para vender, no quedarnos cortos ni tampoco con excesos de producción. Si nuestra fábrica también hace otro tipo de prendas, pantalones, por ejemplo, los dos tipos de prendas deben poder fabricarse en forma simultánea y, posiblemente, utilizando las mismas máquinas. Todos estos aspectos deben considerarse en nuestro plan maestro de producción. Es importante tener un plan para el año que se pueda revisar en forma mensual, pues este nos indica las demás actividades en nuestra fábrica.

¹⁰ Porter, Michael. *Competitive Strategy: Techniques For Analyzing Industries And Competitors*.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Cuántas camisas no es una pregunta fácil de resolver. En muchas ocasiones utilizamos la información histórica para hacer lo que se conoce con el nombre de proyecciones de ventas; es decir, con base en la historia de ventas de años anteriores, estudiar el comportamiento para tener un estimativo razonable de lo que podrían ser las ventas de este año. Esto nos lleva al terreno de las proyecciones para lo cual se utilizan métodos estadísticos. Igualmente, muchos productos tienen un comportamiento llamado estacional, puesto que se venden en mayor cantidad en ciertas épocas del año o en ciertos días de la semana. Toda esta información debe tenerse en cuenta para elaborar nuestro Plan Maestro de Producción.

- **Administrar la materia prima:** el plan de producción nos indica la cantidad de material que necesitamos para fabricar nuestras camisas, así como cada cuánto tiempo y en qué cantidad debemos pedir materia prima a nuestros proveedores. No debemos tener demasiada materia prima almacenada, ni muy poca que lleve a detener la producción. ¿Cuánto tiempo tarda el proveedor en hacernos la entrega? ¿Es materia prima importada? ¿Hay cupo en nuestras bodegas? ¿La calidad de la materia prima de nuestros proveedores es adecuada? Aquí tenemos una variedad de actividades: hacer pedidos al proveedor o proveedores de las diferentes materias primas, controlar el cumplimiento de estos fabricantes, sus costos, el almacenamiento una vez que llegan los pedidos y entregar a la planta de producción las solicitudes que se hagan de materias primas. En lo posible, debemos tener varios proveedores, para no tener que lamentar si alguno de ellos nos incumple. En fábricas grandes esta puede ser tarea de muchas personas.

Con el Plan de Producción se realiza un ejercicio conocido como la “explosión de materiales” que consiste en calcular la cantidad de materia prima que se requiere para elaborar las camisas previstas. Que tanta cantidad de tela, de cuales colores, de cual calidad, cuantos botones, cuantas cremalleras, cuantas marquillas y en fin calcular todos los materiales que componen la camisa y que deben ser adquiridos a los proveedores. La idea también es realizar los pedidos de materia prima en varias épocas del año para no tener un almacenamiento alto de inventarios, pues almacenar los inventarios cuesta.

Se ha popularizado la expresión Justo A Tiempo, que significa en pocas palabras “no tener inventarios”; es decir, adquirir lo estrictamente necesario para no acumular materia prima que solo nos conduce a mayores gastos.

- **Controlar la producción de las camisas:** fabricar la camisa implica varias operaciones: corte de los moldes, costura, pegado de botones y apertura de ojales, etc. Todas estas operaciones utilizan máquinas y operarios. Como distribuimos este flujo de trabajo en las máquinas de coser y en los diferentes talleres o equipos, es algo que debemos preparar. ¿Los operarios trabajan al ritmo previsto? ¿O algunos son muy lentos? ¿Existen formas o formatos que nos ayuden a controlar nuestras órdenes de producción para determinar su cumplimiento o sus atrasos? La etapa final del proceso de producción es el empaque de cada camisa y de conjuntos de camisas en cajas,

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

para entregar al almacén el producto terminado. La orden de producción es la forma como los operarios de la planta saben que es lo que deben producir y cuantas camisas hacer por día o por turno. En una planta puede haber varias órdenes de producción funcionando en forma simultánea. Es posible que el jefe de producción tenga mucho trabajo, pues debe garantizar que las órdenes se entreguen a tiempo; también debe resolver los problemas que se puedan presentar tales como: se acabó la materia prima, se dañó una máquina de coser, pegaron los botones al revés, se enfermó la señora especialista en hacer ojales, hay camisas a las que les hace falta la manga derecha, etc. Es decir, garantizar que todo funcione a las mil maravillas. Si además de camisas producimos otras prendas, el control es más complicado de realizar. Fácilmente se producen conflictos con los proveedores de materia prima por un lado y con los vendedores por el otro lado.

El control de la Producción implica planificar muchas otras actividades; por ejemplo, el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos; las máquinas requieren cuidados tal como ocurre con el mantenimiento de un vehículo, lo cual debe programarse de tal forma que no ocurran paradas frecuentes de la planta. También se requiere una programación de los turnos de los operarios y operarias, teniendo en cuenta los descansos, las vacaciones, las ausencias, los permisos y demás que ocurren cuando se tiene un grupo grande de operarios que tienen que ser programados.

- **Verificar la calidad de las camisas:** finalizada la producción, por ejemplo, de 5.000 camisas, ¿cómo verificamos su calidad? ¿Qué costuras quedaron mal hechas? ¿Qué telas tienen desperfectos? ¿Cuál es la calidad de las demás características? ¿Cómo llevamos un control de los defectos y de las correcciones que deben introducirse? La pregunta que surge es si se debe esperar a que todo el lote de producción esté terminado, o si se hacen controles a lo largo del proceso de producción. Los defectos deben detectarse a medida que avanza el proceso, con el fin de corregirlos a tiempo, en lugar de tener muchas camisas con defectos al final. Todo este control de calidad debe comenzar con la misma recepción de la materia prima y la evaluación de los proveedores. El ideal es "cero" errores, pues los desperfectos nos obligan a vender esas camisas a precios de descuento.

El control de calidad también se utiliza en la denominada posventa; es decir, conocer la satisfacción de los clientes con el producto. Es más frecuente en las actividades de servicio proceder a calificar la experiencia del cliente con el servicio y en algunos casos se realiza una corta encuesta telefónica una vez culmina el servicio. También se utilizan las empresas especializadas en estudios de mercadeo para que realicen investigaciones sobre la satisfacción del cliente. En este caso de las camisas no se acostumbra a realizar este tipo de estudios por ser casi imposible de hacerlos. Todas las empresas de productos o servicios deben tener dentro de sus objetivos la satisfacción del cliente y devolver el dinero o cambiar el producto si el cliente no se encuentra satisfecho. Muchas empresas obtienen lo que se conoce con el nombre de "certificado de calidad" que es otorgado por empresas especializadas en

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

verificar que la empresa cumple con unas reglas definidas. Los Japoneses han sido pioneros en este tema de la calidad.

- **Conocer los costos y gastos de producción de las camisas:** durante la elaboración de la camisa, tenemos varios costos y gastos: materia prima, mano de obra, utilización de las máquinas, agua, luz, teléfono, mantenimiento de los equipos y muchos otros rubros. ¿Cómo llevamos una buena contabilidad para conocer el costo de fabricación de nuestras camisas? ¿Se requieren formatos para controlar el uso diario de estos recursos? ¿Cómo y con qué periodicidad se le comunica al departamento de contabilidad? Esta actividad también requiere contabilizar la utilización de los recursos para cada lote de producción por medio de planillas y formatos que registren la información del consumo directo, pues hay muchos recursos que no podemos medir en forma directa; por ejemplo, es imposible medir la cantidad de energía que se consume en la fabricación de cada camisa. Esto nos lleva a lo que se conoce como costos directos e indirectos. Es triste aceptar que existen muchas fábricas que no conocen cuál es su costo unitario de producción y, por lo tanto, no saben cuánto ganan o pierden en cada uno de sus productos y posiblemente fabrican productos que solo les generan pérdidas y que deberían excluir de su oferta de productos.

Son muy pocos los contadores públicos que utilizan la Contabilidad de Costos por lo cual tenemos que entender en forma clara las reglas de Contabilidad para construir modelos que permitan calcular los costos de producción; en muchos casos es complejo cuando se tienen varios productos o servicios que se elaboran en forma simultánea; sin embargo, es indispensable tener cifras de costo para no llevarnos a engaños y tener forma de calcular cuales son los productos o servicios que más utilidades nos generan, de modo que esta es otra de las actividades que debemos realizar.

- **Definir un precio para vender las camisas:** con base a los costos calculados, ¿cómo definimos el precio de venta de las camisas? ¿Miramos los precios de la competencia? ¿Definimos un margen de rentabilidad? ¿Tenemos en cuenta los otros gastos en los cuales vamos a incurrir? ¿Cuáles gastos? La fijación del precio se encuentra íntimamente ligada al costo de producción; es muy claro que debe ser una cifra mayor al costo de producir; sin embargo, si descubrimos que la competencia tiene menores precios, estamos en problemas, pues podemos quedar por fuera del mercado. Sin un análisis de todos los costos estamos navegando en la penumbra y administrando a ciegas, lo que nos puede conducir a pérdidas significativas.

Para establecer un precio es indispensable mirar la competencia por medio de los estudios de mercado que hemos mencionado. La competencia es tan dura, que con frecuencia vemos en los supermercados a personas con un aparato portátil registrando los precios de la competencia. No podremos sobrevivir si estamos muy fuera de rango y no hay gran diferencia de nuestro producto con los de la competencia. El precio es factor clave para tener en cuenta; el consumidor busca cuidar su bolsillo.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **Almacenar las camisas terminadas:** en la misma forma como administramos la materia prima, debemos administrar el producto terminado. ¿Cuántas camisas tenemos en el inventario? ¿Cuántas en los puntos de venta? ¿Cuánto dinero representan todas estas camisas almacenadas? ¿Hay algunas que no se venden al ritmo esperado? ¿Otras que tienen una demanda inusitada? ¿Otras que llevan meses y años sin venderse? Estos análisis son indispensables, pues tener camisas almacenadas es lo mismo que guardar el dinero debajo de la cama; nadie nos va a reconocer intereses por ellas; por el contrario, el banco sí nos cobrará intereses por los préstamos que nos haya concedido. Cada camisa vendida es dinero recibido o dinero por cobrar a alguno de nuestros distribuidores o clientes.

En lo posible, nuestro almacén de producto terminado debería contener solo lo indispensable que requiere ser despachado en forma rápida; de nuevo recordamos la frase del Justo A Tiempo puesto que almacenar producto terminado cuesta. El negocio está en tener una alta rotación de estos inventarios; es decir, que se venda lo que se produce en forma rápida.

- **Distribuir las camisas a los puntos de venta:** ¿Cómo enviamos las camisas a nuestros puntos de venta y a nuestros distribuidores? ¿Cuáles son los medios menos costosos, pero ágiles, de entrega? ¿Se empacan y envían en forma correcta los pedidos de nuestros clientes? ¿Hay daños en el transporte? Toda esta operación también se conoce con el nombre de "logística". Puede ser un proceso complejo, pues es posible que nuestros distribuidores y clientes estén muy dispersos. Ellos quieren que nuestras entregas sean cumplidas y fallarles puede significar perder la venta o perder un cliente. Deben examinarse los costos de hacer este transporte y planearlo para no incurrir en ineficiencias.

Nuestros clientes desean que su producto les llegue o esté disponible en el momento en que lo requieren, por lo tanto, nuestro sistema de distribución debe ser lo suficientemente ágil para satisfacer estas necesidades con costos razonables.

- **Hacer la publicidad de nuestras camisas:** para reforzar nuestras ventas, ¿en qué medios podemos hacer publicidad: prensa, TV, revistas, folletos, volantes en la calle, muestras gratis, cócteles de lanzamiento? ¿Hay muchas alternativas y un presupuesto de publicidad limitado? ¿Es adecuada la publicidad? ¿Se logró dar a conocer el producto? ¿La gente compró motivada por los anuncios? La publicidad es una herramienta indispensable y, en muchas ocasiones, no es fácil medir su impacto. Existen muchos productos que han modificado radicalmente sus ventas por medio de campañas publicitarias exitosas. La TV es el medio ideal para productos de consumo masivo y tiene un alto costo. Muchas fábricas que comienzan simplemente no saben cómo hacer su publicidad o no tienen los recursos para invertir en alguno de estos medios. Lo importante es mostrar el producto para que la gente lo reconozca, lo compre, repita su compra y comunique a otros acerca del mismo.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **Conocer la reacción de nuestros compradores vs. la competencia:** es importante conocer nuestra posición frente a la competencia en aspectos como calidad, precio, satisfacción y otros. Mientras no estemos en igual o mejores condiciones que la competencia, corremos el riesgo de desaparecer como fabricantes. Esto es una tarea continua, pues la guerra en estos campos nunca termina y siempre habrá nuevos jugadores. "Turista satisfecho trae más turistas" decía una publicidad del gobierno hace un tiempo. Lo mismo ocurre con nuestras camisas; es necesario conocer cuál es la reacción de nuestros clientes con el fin de corregir los problemas o defectos que ellos señalen para que nos sigan comprando, en lugar de comprarle a la competencia. "Ratón casero vuelve al agujero" dice otra frase, y eso es lo que queremos de nuestros clientes, que compren otra vez. Necesitamos compararnos con la competencia para buscar ser siempre mejor que ella; es la búsqueda permanente del llamado "mejoramiento continuo".

Si tenemos puntos de venta es importante que en estos sitios la atención a los clientes sea de primera calidad; no sobran las capacitaciones a los empleados para que entiendan que la clave está en el servicio al cliente. Ser amable y paciente con el cliente es indispensable para atraerlo de nuevo. Algunas empresas buscan calificar sus puntos de venta por medio de una especie de detectives que se hacen pasar por clientes e inclusive hacen compras, solo para evaluar como es la atención; esto lo hacen empresas de mercadeo con metodologías que denominan "el comprador misterioso".

Algunas empresas tienen información sobre sus clientes, registran sus compras, sus preferencias, su lealtad y muchos aspectos sobre los cuales puede trabajar la empresa para estar pendiente de los mismos; se acostumbra tener "gerentes de cuenta" que no son otra cosa que funcionarios a quienes se les asigna una lista de clientes que deben atender.

- **Corregir los problemas y defectos que se presentan en las camisas, servicio al cliente:** el cliente debe ser la prioridad de nuestra empresa; es debido a los clientes que progresamos y crecemos. Debemos conocer el nivel de satisfacción y la reacción de nuestros clientes con respecto a nuestro producto. Esto se asemeja a las investigaciones que hacemos para conocer nuestro mercado. Sin clientes no es posible sobrevivir; es necesario conocer su opinión sobre nuestros productos, las fallas que nos señalan, cambiar los productos que tienen fallas para que el cliente se sienta satisfecho. Nada tan desagradable como hacer un reclamo y esperar evasivas o negativas a corregir los errores de parte de un fabricante; nunca le volveremos a comprar y posiblemente hablaremos mal de sus productos. El servicio al cliente debe estar en la cabeza de todos los empleados.

- **Conocer cómo se comportan las finanzas y utilidades de nuestra fábrica:** todo lo anterior se ve reflejado en los estados financieros de nuestra empresa; específicamente, en el estado de resultados o de pérdidas y ganancias. Mientras haya utilidades y crecimiento en la empresa, las cosas van

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

bien; de lo contrario debemos examinar los costos, los precios y toda la operación de nuestro negocio para identificar qué es lo que puede estar produciendo pérdidas. Los estados financieros son como los latidos del corazón en la persona: mientras se escuchan, perfecto; de lo contrario, estamos muertos. El balance donde se muestran los activos, pasivos y el patrimonio de nuestra empresa es el otro estado financiero que nos indica la salud de nuestro negocio. El examen periódico de los estados financieros nos indica el rumbo que trae la empresa, y debemos estar muy atentos a la evolución de sus cifras. La actividad financiera de los ingenieros industriales tiene muchas facetas y presenta campos muy especializados, especialmente en el mundo de la banca, seguros y entidades financieras. Cuidar de los "portafolios" de un banco es una tarea que requiere gran cuidado y profesionalismo.

Las finanzas son uno de nuestros temas de mucho interés, pues nos permiten medir la salud de una empresa; debemos aprender a leer e interpretar los estados financieros para comprender las empresas. Entender la contabilidad sin ser contadores y realizar los análisis que pueden realizarse en estos estados financieros.

- **Administración del dinero, la Cartera:** las empresas tienen épocas en las cuales hay sobrantes de dinero en su caja y épocas en las cuales hay faltantes del efectivo. Más comunes son las que tienen problemas de liquidez o escasez de efectivo. Estas situaciones se reflejan en lo conocido como el "flujo de caja" de la empresa; es decir, el dinero que se mueve en nuestras cuentas de bancos y de ahorros. Lo usual es que en nuestra fábrica de camisas lleguemos a un punto en el cual es necesario vender a crédito; es decir, dar plazo a nuestros clientes para que paguen las camisas; se acostumbra dar 30 días para el pago, aunque algunas industrias y servicios tienen plazos más largos para los créditos que otorgan a sus clientes. Como se tienen varios clientes, posiblemente todos con ventas a crédito, es necesario "administrar la cartera"; en otras palabras, estar pendientes de que los clientes paguen sus facturas, pues usualmente la mayoría de clientes tiende a tomarse más de los 30 días para realizar sus pagos, e inclusive algunos se "pierden" o esgrimen todo tipo de disculpas para no pagar y comienza un proceso de vigilar la "cartera vencida"; es decir, aquella que se pasó de la cuenta en tiempo.

Eventualmente se requiere "castigar" la cartera anulando aquellas facturas que no se van a poder recuperar. Debido a estos problemas de administración de la cartera, requerimos acudir a fuentes de financiación para conseguir efectivo; está el banco que nos cobra intereses y lo que también usualmente se hace, es "financiarnos" con los proveedores; en otras palabras, pagarle a nuestros proveedores de materia prima cuando nuestros clientes nos paguen las facturas. Nada de esto es adecuado, pues queremos clientes cumplidos para nosotros cumplirle a nuestros proveedores. He ahí el dilema que se nos presenta al administrar el dinero.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Aquellas empresas donde hay excedentes de dinero o liquidez, que no es lo usual, deben pensar en que invierten su dinero, pues no se justifica dejarlo en el banco sin producir.

- **El talento humano, administrar el personal:** nuestra empresa de camisas utiliza operarios en la fábrica y personal administrativo y comercial en diferentes áreas que se encargan de que la fábrica funcione. A medida que crece la cantidad de personal, necesitamos un área que administre a toda esta "gente". Son seres humanos que requieren nuestra atención. Todo comienza con el proceso de *Selección*; cualquiera no entra a trabajar en nuestra fábrica, sino que debemos hacer un proceso de selección posiblemente con pruebas y verificación de la hoja de vida del aspirante. Continúa la *Inducción* en la que se da el entrenamiento inicial a nuestro funcionario contratado. Los funcionarios en nuestra fábrica también requieren de *Capacitación* pues con frecuencia aparecen nuevas técnicas, nuevos equipos que deben comunicarse a los empleados por medio de cursos. También se requiere realizar actividades para el *Bienestar* de los empleados, son personas no máquinas y como patronos debemos pensar en ellos. Igualmente debe tenerse la oportunidad de tener *Promociones* o ascensos en la jerarquía de la empresa, pues no es adecuado para una persona estar en el mismo "puesto" durante toda su vida sin progresar. Todas estas facetas del empleo y transcurrir de una persona en nuestra fábrica, deben ser objeto de *Evaluación* en forma periódica, anual por ejemplo. Estas áreas de personal o recursos humanos también se ocupan de la *Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional*.

También debemos pensar en evaluar el desempeño del personal en forma periódica, por ejemplo anualmente para lo cual existen métodos que permiten realizar estas evaluaciones; igualmente se requiere evaluar el clima laboral en la organización; que tan satisfechos se encuentran los empleados con su trabajo o detectar problemas de falta de motivación en ellos. Los empleados son los que logran producir nuestras camisas y por lo tanto se requiere estar pendiente de ellos.

- **Tener una organización adecuada en nuestra fábrica:** todo lo anterior es inútil si nuestra estructura organizacional no es adecuada o si el clima laboral no es bueno. ¿Están satisfechos los empleados? ¿Motivados? ¿Se capacitan? ¿Progresan? ¿La comunicación y líneas de autoridad funcionan? ¿Existen indicadores y medidas de desempeño adecuados para medir el ritmo de progreso de la empresa? ¿Hay burocracia o tramitología en nuestros procesos y procedimientos? ¿Hay exceso de personal? ¿Utilizamos tecnologías adecuadas? Todas estas preguntas conducen a la necesidad de definir en forma clara una organización con políticas, procesos y procedimientos claramente establecidos. La estructura jerárquica, los reportes de información, la rendición de cuentas, deben ser normas de nuestra empresa. Todo esto dentro de un tratamiento claro y preciso con nuestros empleados; salarios adecuados, trato respetuoso, oportunidades de capacitación y ascenso, reconocimiento y premios a las labores excelentes, actividades que promuevan su bienestar y el de sus familias. Nuestro progreso lo debemos a nuestros

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

funcionarios, por lo que es más que justo compartir con ellos, en lugar de "oprimirlos" hasta que no den más.

- **Definir nuestra estrategia a largo plazo:** aun cuando todo marche bien por el momento, qué pensamos hacer el año entrante o dentro de dos años, son preguntas que debemos hacernos en forma permanente y que conducen hacia los planes de corto y largo plazo de nuestra empresa. Comprar otras máquinas, exportar, fabricar *blue jeans*, camisetas, construir una planta de fabricación en otra ciudad, etc. son algunas de las preguntas que debemos plantearnos hacia el futuro sobre nuestra empresa. "Camarón que se duerme se lo lleva la corriente" para continuar con los refranes; no podemos progresar sin tener un rumbo definido, pues la competencia siempre estará pensando como arrebatar nos nuestros mercados o aventajarnos; por lo tanto, pensar en el futuro es de gran importancia para cualquier negocio. No podemos dejar que las cosas vayan ocurriendo para adaptarnos a ellas; debemos, por el contrario, anticiparnos a las circunstancias. Se requieren varios planes en la empresa; uno de ellos, de vital importancia, es el presupuesto para el año, donde se hace una proyección de lo que queremos alcanzar y realizar.

El presupuesto es una herramienta que debe examinarse en forma periódica, por ejemplo mensualmente, con el propósito de corregir las desviaciones de nuestros planes y metas, en lugar de llevarnos sorpresas al finalizar el año. Cada dependencia de la organización debe elaborar su presupuesto y las metas y objetivos que quiere alcanzar durante al año.

En resumen: este corto panorama muestra que los campos de acción del ingeniero industrial en una empresa de manufactura o empresa de servicios incluyen una gran variedad de aspectos de la organización. Puede ser un hospital, una aerolínea, un colegio, una cárcel, un restaurante, una refinería, una planta de producción de cerveza, una empresa de transporte, una empresa municipal, en fin, cualquier cosa que sea una empresa, con o sin ánimo de lucro. Estamos en todas partes haciendo cosas muy diversas. En empresas pequeñas, el ingeniero industrial debe estar en condiciones de desempeñar todas y cada una de las actividades anteriores y lo preparamos para que tenga el conocimiento necesario para emprenderlas, o para investigar por su cuenta para desarrollarlas, para enfrentarse a los problemas y ser capaz de resolverlos. En empresas de mayor magnitud, es posible que sólo se dedique a una de las actividades enumeradas y se convierta en un especialista en el tema. No hay campo vedado en el sector privado ni en el sector oficial para estos profesionales.

Miremos la empresa como un sistema

Uno de los conceptos muy utilizados en el estudio de problemas y de las organizaciones, es el estudio de sus sistemas. Se utiliza la palabra **sistema** en forma muy natural para referirse a una gran cantidad de situaciones: el sistema de transporte, el sistema de salud, el eco sistema, el sistema

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

digestivo, los sistemas de aprendizaje, el sistema de calificaciones y en fin una cantidad innumerable de usos, todos con significados diferentes para la misma palabra, "sistema".

Varios autores han propuesto la definición de sistemas en el campo de las teorías de Ingeniería Industrial, Modelos Matemáticos y Administración de Empresas. Entre estos se tiene a Churchman¹¹ y Checkland¹² quienes en sus libros hacen explicaciones extensas sobre sus propuestas. Checkland propuso la metodología de los "sistemas blandos" (soft systems). Aquí se presenta una adaptación de lo que Churchman expuso.

- **Sistema:** es el conjunto de por lo menos dos componentes o subsistemas relacionados entre si, que persiguen un objetivo común.

Describir un sistema no es tarea fácil y varias personas pueden llegar a descripciones muy diferentes; se dice por ejemplo, que tres ciegos estaban junto a un elefante y se les pidió describir el sistema elefante. Cada uno presentó una observación diferente por la posición donde se encontraban. Hasta donde llega el sistema es una pregunta que se debe hacer, para no extenderse en forma indefinida.

Para describir un sistema se definen los aspectos siguientes:

1) Objetivos o Misión: Una forma de expresar el objetivo es referirse a la "Misión" del sistema. Es una palabra de un significado más preciso, cuando por ejemplo hablamos de la misión de la Universidad de Los Andes.

Describir la misión de un sistema no siempre es tarea fácil; en términos de hacerlo con objetivos se deben tener aquellos que puedan cuantificarse preferiblemente, para posteriormente medir si el sistema cumple o no con lo que se ha propuesto.

2) Componentes o Subsistemas: son los que realizan las actividades del sistema; para cada componente o subsistema debe ser posible identificar sus objetivos o su misión; un ejemplo que ayuda a entender es describir el cuerpo humano como sistema. Erróneamente se diría que sus componentes son la cabeza, tronco y extremidades, lo cual es una descripción "geográfica" equivocada, pues es casi imposible describir la misión del tronco. La forma correcta de hacerlo y que nos enseñaron desde las épocas del colegio, es describir los varios componentes o subsistemas que tiene el cuerpo como son: respiratorio, circulatorio, digestivo, oseo, nervioso y otros. Es claro que podemos definir la misión del sistema o subsistema circulatorio y observar también que no se tienen descripciones geográficas, puesto que el sistema circulatorio se encuentra en todo el cuerpo. Cada uno de estos subsistemas pueden a su turno expresarse con sus componentes o subsistemas, cada uno

¹¹ Churchman, C.W. El enfoque de sistemas, Editorial Diana, Mexico, 1990

¹² Checkland, P.W. Systems Thinking, , Systems Practice, Wiley [rev 1999 ed]

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

con sus objetivos o misión, e ir descendiendo hasta llegar al extremo de tener las células.

Al describir los componentes o subsistemas es necesario identificar las relaciones que existen entre ellos, pues como se indicó en la definición de sistema, sus componentes se relacionan entre si y por ningún motivo están aislados. Por ejemplo, el sistema circulatorio entrega sangre que ha sido oxigenada por el sistema respiratorio. Además, es necesario identificar las medidas de "desempeño" de los componentes que permitan cuantificar su actividad. Los indicadores son necesarios en la descripción de un sistema para poder medir su comportamiento.

3) Recursos: los recursos son todas aquellas cosas que el sistema puede modificar o transformar para cumplir con sus objetivos. Son muy comunes los recursos físicos, humanos, financieros, que permiten a una organización lograr sus objetivos por medio de su transformación, como puede ser el ejemplo de la fábrica de camisas que utiliza equipos, instalaciones, dinero para adquirir materia prima y pagar trabajadores, que finalmente se traducen en las camisas que se producen en forma periódica. Los recursos se encuentran "dentro" del sistema.

Ocasionalmente se presentan dudas acerca de las características de un recurso; por ejemplo, los estudiantes de una universidad son un recurso de la misma ?; es decir, pueden ser modificados o transformados por el sistema Universidad ?

4) Medio ambiente: el medio ambiente es aquello que le impone restricciones al sistema para operar y que el sistema no puede modificar; se encuentra por "fuera" del sistema. En una universidad, las reglas, decretos y leyes sobre educación superior forman parte del medio ambiente de la universidad. El medio ambiente impone factores que pueden determinar la operación y desempeño del sistema; un vehículo no opera con la misma eficiencia a nivel del mar que en Bogotá, pues el oxígeno presente en el aire es diferente; la enfermedad de la malaria no se presenta en la misma forma en una ciudad que en la selva donde no hay mecanismos de protección.

Por lo tanto, aquello que restringe y condiciona la operación del sistema, pertenece al medio ambiente. Se dan casos en los cuales, existen sistemas que buscan modificar su medio ambiente para poder operar con mayor libertad y esto ocurre con mucha frecuencia.

5) Administración del sistema: la administración del sistema se desarrolla por medio de mecanismos de Planeación, Evaluación, Control, Coordinación, Retroalimentación en base a Sistemas de Información.

Un sistema debe elaborar **Planes** sobre las actividades que desarrolla para cumplir con sus objetivos. Los planes deben estar presentes en toda la organización y en todos sus componentes. Usualmente la responsabilidad de

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

planeación se delega en una oficina de Planeación lo cual no es correcto; todas las áreas o subsistemas de la organización deben elaborar su plan y enviarlo a la Oficina de Planeación para que ella lo consolide como el plan de la organización.

El sistema debe tener mecanismos de **Coordinación** con el propósito de que sus componentes operen en forma adecuada y no cada uno por su lado sin contar con los otros.

La **Evaluación** de resultados de cada subsistema es necesaria para conocer el comportamiento de cada uno de ellos; esto implica que en cada subsistema se deben definir indicadores que midan su desempeño. Por ejemplo, en el caso del cuerpo, el número de latidos del corazón, la presión arterial, el flujo de aire expulsado son indicadores del comportamiento de los subsistemas, como son los kilómetros por galón en un vehículo.

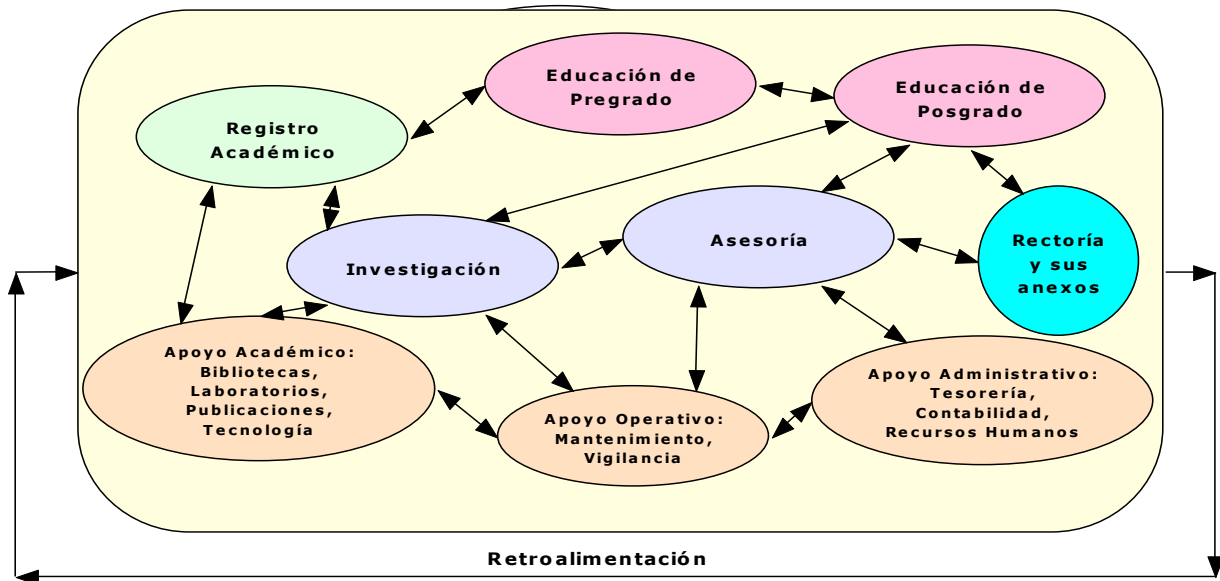
El **Control** se realiza comparando los indicadores de desempeño contra las metas que se han establecido para cada uno de ellos. Un exceso de temperatura en el cuerpo indica la existencia de alguna anomalía que debe ser controlada introduciendo los correctivos del caso. El incremento de camisas con defectos en una fábrica lleva a buscar las causas de estos problemas. El control no siempre encuentra problemas y puede ser un indicativo de que las cosas funcionan en forma adecuada.

Finalmente se tiene la **Retroalimentación**, que busca corregir situaciones en base a los resultados obtenidos; es un mecanismo que "aprende" observando resultados, para posiblemente modificar o corregir las actividades o insumos o recursos del sistema, de tal manera que se produzca una mejora continua.

Para poder realizar todo lo anterior, se requiere que el sistema cuente con **Sistemas de Información** completos y adecuados. Estos sistemas de información deben proveer datos, cifras e información que permitan medir el comportamiento y desempeño de la organización o sistema. Es muy frecuente encontrar empresas que recolectan gran cantidad de datos que no son procesados y que no se utilizan para analizar su desempeño.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Legislación Educación Superior, Otras Universidades



Lo anterior ayuda a entender los **problemas** que se presentan en un sistema o en una organización, puesto que un problema no está solo o suelto sino que se encuentra dentro de un sistema y puede ser por cualquiera de los elementos de se acaban de señalar.

Un ejemplo de cómo podría verse la Universidad como un sistema se muestra en la figura anterior; los insumos o recursos que recibe son básicamente financieros representados en las matrículas, dinero por investigación y asesoría, donaciones y similares. Sus productos son los graduados, los libros y publicaciones principalmente.

Organice sus ideas

Cualquier trabajo, proyecto, tarea que uno desea acometer requiere un proceso previo de organización; es decir, pensar en los temas que se van a desarrollar, en el problema que se quiere resolver, en el trabajo o proyecto que se desea acometer. Un método que se utiliza con mucha frecuencia es escribir un "plan de temas" o "índice de materias" de los puntos que se desean desarrollar buscando llegar a nivel de capítulos, títulos, subtítulos y el detalle que se quiere. A mayor detalle, mayor precisión se tendrá sobre el contenido del documento que se planea redactar.

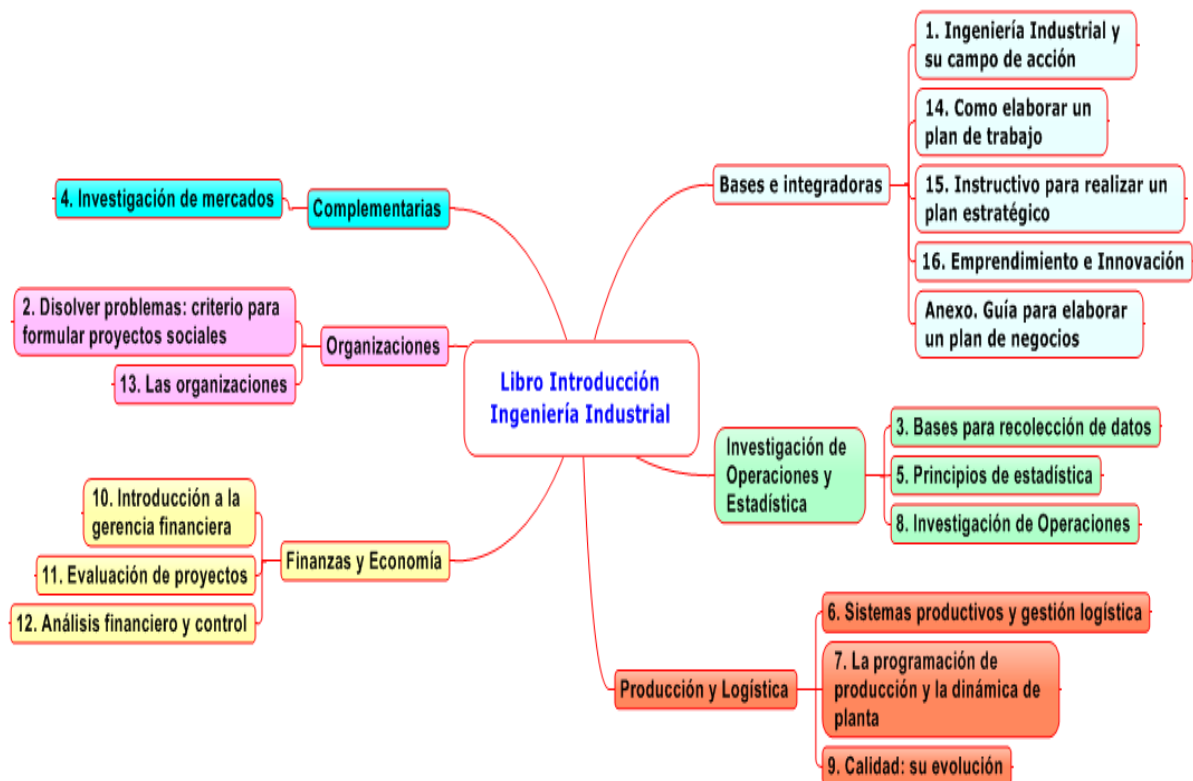
Claramente, un *Plan de Trabajo* acompañado de la lista de actividades a realizar en un intervalo de tiempo, permite desarrollar el proyecto; la redacción del documento viene en forma paralela y se puede desarrollar como se ha indicado.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Con la tecnología y el software que se encuentra disponible, han aparecido programas de computador que apoyan las tareas de *Organizar sus Ideas* y controlar el desarrollo de la redacción del documento. Este software se conoce como el de *Mapas Mentales*, que no son otra cosa que la organización de las ideas por medio de un gráfico que ilustra el contenido y la asociación de las mismas.

“Un Mapa mental es la forma más sencilla de gestionar el flujo de información entre tu cerebro y el exterior, porque es el instrumento más eficaz y creativo para tomar notas y planificar tus pensamientos”.¹³ Este instrumento se presenta como un diagrama.

Un ejemplo sencillo de la organización de este libro en las áreas de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de Los Andes se muestra en el diagrama anterior.



¹³Tony Buzan, The Mind Map Book: Radiant Thinking - Major Evolution in Human Thought BBC Active (paperback 2003)

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

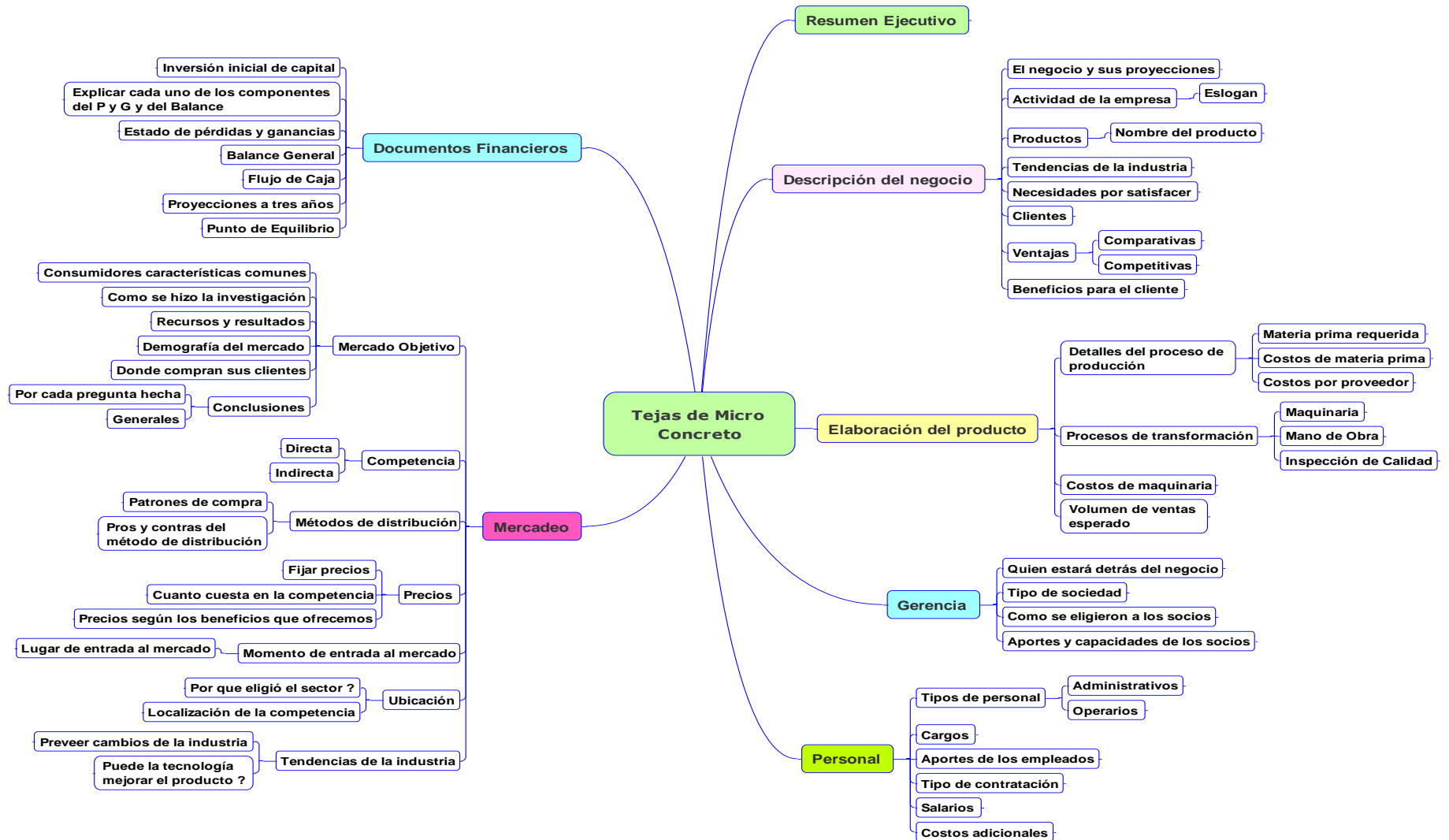
Esta técnica sencilla a la cual se le ha dado el nombre de mapas mentales es muy útil para otros propósitos tales como:

- Organizar el contenido de una reunión, los aspectos a discutir e indicar las personas responsables de cada tema.
- Organizar el contenido y actividades de un proyecto indicando las fechas de realización de las tareas y controlando su desarrollo
- Aclarar las ideas sobre un proyecto
- Mostrar el contenido de los módulos y rutinas de un sistema integrado de información y el software que se utiliza en los procedimientos
- Ver la organización de una empresa
- Organizar el contenido del documento que presenta un Plan de Negocios

Dentro de los programas de software disponibles para la creación de mapas mentales se encuentran el **freemind** y el **xmind** que son software libre y apoyan la creación de mapas con gran facilidad. También existen varios productos comerciales.

Dentro de los trabajos que realizamos durante el semestre académico, se encuentra el proyecto del Plan de Negocios que deben realizar los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad de Los Andes. Uno de estos grupos presentó el mapa de su proyecto que se muestra en la página siguiente y que sirve como ejemplo del tipo de situaciones en las cuales se obtiene apoyo del software Freemind.

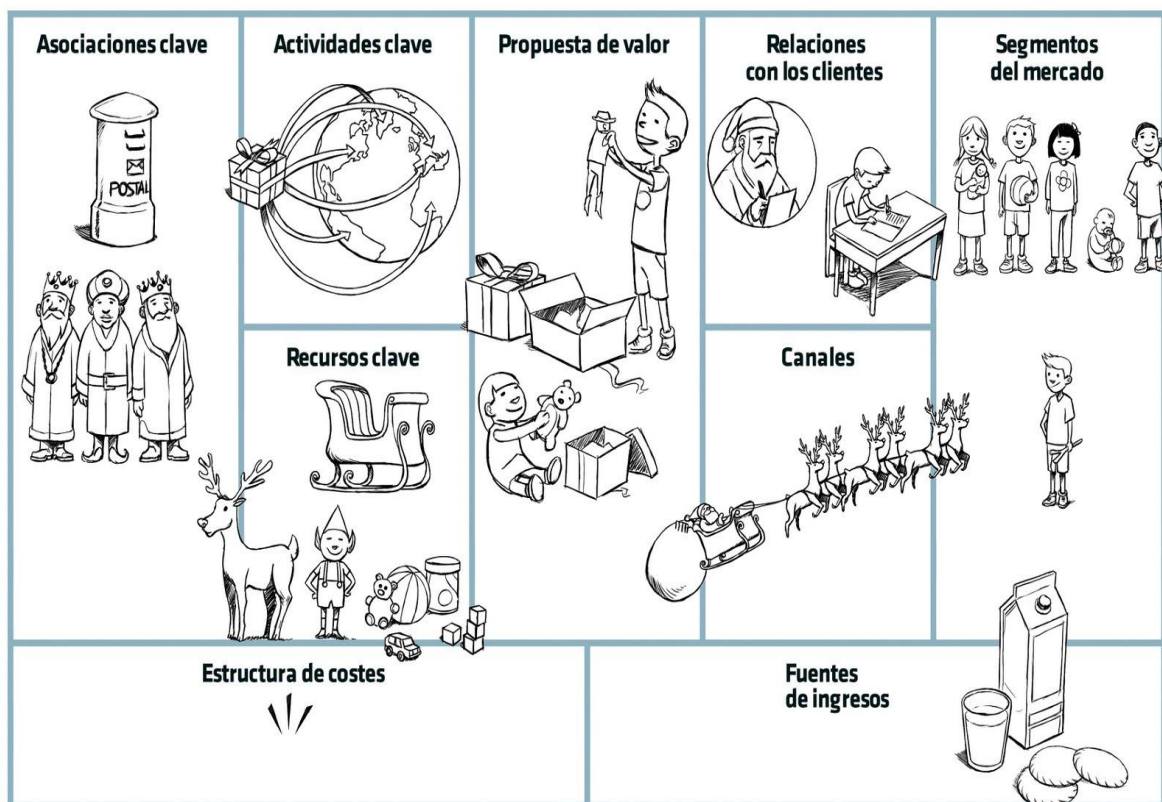
INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos



Como podemos planear y evaluar nuestro negocio

Si deseamos emprender un negocio, debemos realizar un plan que nos guie para poderlo realizar y obtener una idea de cuál puede ser la rentabilidad del mismo. El anexo contiene una guía para elaborar lo que se denomina "Plan de Negocios" y es una de las maneras de hacerlo. La literatura es muy abundante en diferentes formas y formatos para elaborar el Plan de Negocios. El plan del anexo se tomó de una primera edición hecha por la Oficina de Administración de Pequeños Negocios de los Estados Unidos. Hoy se tiene una versión más actualizada que puede ser consultada.¹⁴

Recientemente se viene utilizando una metodología que ha sido desarrollada por Osterwalder y Pigneur¹⁵ conocida con el nombre del modelo CANVAS pues se ve como un "Lienzo" en el cual encajan 9 bloques como armando un rompecabezas, que describen el modelo de negocios de una compañía que busca obtener utilidades. Un ejemplo es el siguiente:



Una Explicación Visual de  SinPalabras © 2011

Fuente: <http://sinpalabras-wordless.blogspot.com> (Santa Claus)

¹⁴ <http://www.sba.gov/category/navigation-structure/starting-managing-business/starting-business/how-write-business-plan>, consultado en Agosto 2013.

¹⁵ Osterwalder, A y Pigneur. Business Model Generation, John Wiley, Hoboken, 2010.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

El libro define estos bloques en forma resumida como se muestra enseguida; los interesados en profundizar deben consultarlo.

1. Segmentos del Mercado: una organización cubre uno o más segmentos del mercado. Para quienes se crea valor ? quienes son nuestros clientes más importantes.

2. Propuesta de Valor: busca resolver los problemas del consumidor y satisfacer sus necesidades con propuestas de valor. Cual valor le entregamos al cliente. Cuál de los problemas de nuestro cliente estamos ayudando a resolver. Que necesidades del cliente estamos satisfaciendo. Que paquetes de productos y servicios ofrecemos a cada segmento de clientes.

3. Canales: las propuestas de valor se entregan a los clientes a través de canales de comunicación, distribución y ventas. Cuáles son los canales preferidos de nuestros segmentos de clientes. Como estamos llegando a ellos ahora. Cómo se integran nuestros canales. Cuáles funcionan mejor. Cuáles son los de mayor costo – eficiencia. Cómo los integramos con la rutinas de los clientes.

4. Relaciones con los Clientes: las relaciones con los clientes se establecen y mantienen con cada segmento del mercado. Qué tipo de relación esperan establecer y mantener nuestros segmentos de clientes. Cuáles hemos establecido. Que tan costosas son. Cómo se integran con el resto de nuestro modelo de negocio.

5. Fuentes de Ingreso: las fuentes de ingreso resultan de las propuestas de valor que se ofrecen con gran éxito a los clientes. Por cuáles valores están nuestros clientes dispuestos a pagar. Por qué están pagando ahora. Cómo están pagando ahora. Como preferirían pagar. Cómo contribuye cada fuente de dinero a nuestros ingresos totales.

6. Recursos Clave: los recursos clave son los activos que se requieren para ofrecer y entregar los elementos antes indicados. Cuáles recursos clave requieren nuestras propuestas de valor. Nuestros canales de distribución. Las relaciones con los clientes. Las fuentes de ingreso.

7. Actividades Clave: deben desarrollarse actividades clave. Cuáles actividades clave requieren nuestras propuestas de valor. Nuestros canales de distribución. Las relaciones con los clientes. Las fuentes de ingreso.

8. Asociaciones Clave: algunas actividades son subcontractadas y algunos recursos se adquieren por fuera de la empresa. Quienes son nuestros socios clave. Nuestros proveedores clave. Cuáles recursos clave estamos obteniendo de socios. Cuáles actividades clave realizan nuestros socios.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

9. Estructura de Costos: el modelo de negocio produce una estructura de costos. Cuáles son los costos más importantes inherentes en nuestro modelo de negocio. Cuáles recursos clave son los más costosos. Cuáles actividades clave son las más costosas.

Nosotros y el mercado laboral

Los ingenieros industriales uniandinos se forman para responder a los requerimientos que el mundo empresarial, económico y social exigen. Sus campos de acción incluyen herramientas tales como el diseño y uso de modelos matemáticos, el análisis estadístico y la gestión financiera para acometer desafíos como el mejoramiento de la productividad en sistemas de producción complejos, o la intervención en sistemas organizacionales, como ejemplos de aplicaciones del conocimiento técnico en la identificación y solución de problemas. La ingeniería industrial gestiona soluciones desde cuatro campos de acción: los modelos matemáticos, los organizacionales, los de producción y los financieros.

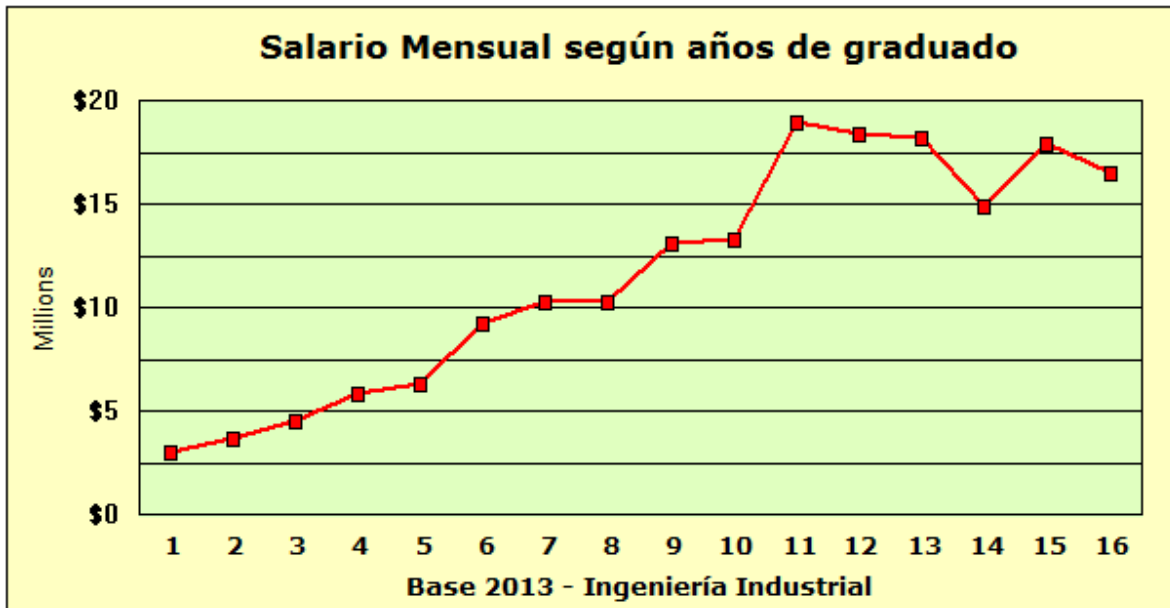
Según Monica Elliot, editora general de la revista "*Industrial Engineer*", el debate acerca de la identidad de la profesión de Ingeniería Industrial está abierto. No se trata de unificar especialidades, sino de "observar el impacto de los ingenieros industriales en la sociedad global... pues ellos tienen una participación importante en los diferentes campos de su vida profesional, bien sea en la definición de políticas, en lo económico, en la gerencia, en la medicina y en la educación, además de su tradicional desempeño en el campo industrial."¹⁶. Esta diversidad se puede considerar como una oportunidad para fortalecer y concentrar las muchas labores que incluye nuestra profesión.

La universidad realiza investigaciones sobre el mercado laboral de sus egresados en forma periódica; una encuesta reciente muestra los salarios promedio de una muestra que cubrió a más de 6.000 egresados de diferentes carreras desde 1997 hasta el 2012. Las cifras que nos interesan de nuestros Ingenieros Industriales son las relacionadas con los ingresos y el área en la cual se desempeñan; la gráfica de los ingresos promedio mensuales resultantes de la muestra se observa en la página siguiente.

En investigaciones de esta naturaleza es complejo llegar a una precisión, pues un grupo importante del orden de 25 % no le agrada dar información sobre sus ingresos y otros tienen formas de ingreso muy diversas, como puede ser el caso de los consultores, los profesionales independientes o quienes tienen su negocio propio.

¹⁶ ELLIOT, MONICA (1993), Revista *Industrial Engineer*, Vol. 35, No. 1 junio de 2003.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos



Fuente: Trayectoria laboral de los egresados de la Universidad de los Andes durante los últimos 15 años (1997-2012)

Esa misma encuesta muestra las áreas en la cuales se encontraban trabajando los Ingenieros Industriales; de quienes contestaron se obtuvo una gran diversidad de áreas que en forma agregada son las siguientes:

Academia	4.5%
Administrativa	7.9%
Análisis y Administración Proyectos	2.2%
Calidad	2.3%
Comercial	20.6%
Consultoría	8.6%
Financiera	23.6%
Investigación de Operaciones Estadística	2.0%
Logística	7.9%
Negocios Diversos	2.7%
Planeación, Evaluación y Estrategia	4.6%
Producción	12.0%
Sistemas de Información	0.8%

Fuente: Trayectoria laboral de los egresados de la Universidad de los Andes durante los últimos 15 años (1997-2012)

De la encuesta también se obtuvo que un 21% tenía estudios de especialización y un 35% estudios de Maestría. Con respecto a la ocupación actual la situación se muestra en la tabla siguiente:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

No informa	13.60%
Desempleado	4.50%
Empleado	63.40%
Empresario (tiene personas a cargo)	8.60%
Estudiante	4.30%
Trabajador independiente	5.50%

Fuente: Trayectoria laboral de los egresados de la Universidad de los Andes durante los últimos 15 años (1997-2012)

Los ingenieros industriales han demostrado ser muy versátiles y se encuentran en todo tipo de empresas privadas, públicas y entidades sin ánimo de lucro.

El programa de ingeniería industrial de la Universidad de los Andes, provee contenidos técnicos, humanísticos, económicos y administrativos, que le permiten al egresado desempeñarse en cargos de mucho nivel de exigencia. El egresado es un ingeniero autónomo, que se adapta fácilmente al cambio y lidera de forma permanente su aprendizaje personal.

PROBLEMAS

1. Haga un dibujo del sistema: La casa donde yo vivo y explique la misión, los subsistemas, indicadores de desempeño, medio ambiente, recursos y administración.
2. Haga un dibujo del sistema: el carro de mi casa y realice el mismo ejercicio del caso anterior.
3. Haga un dibujo del sistema: la empresa donde trabaja mi padre o padres y de nuevo el mismo ejercicio. Esto requerirá entrevistas con ellos.

CAPÍTULO 2. DISOLVER PROBLEMAS: CRITERIO PARA FORMULAR PROYECTOS SOCIALES

Eduardo Aldana Valdés¹⁷ y Alfonso Reyes Alvarado¹⁸

Resolver problemas: ¿Un arte o una ciencia?

La actividad de resolver problemas es tan antigua como el género humano. Los primeros hombres y mujeres seguramente se enfrentaron a situaciones en las cuales debían hacer uso de los recursos a su disposición en el medio circundante (v.g., ramas de árboles, rocas y demás) para lograr ciertos objetivos (v.g., alcanzar frutos que se encontraban muy alto o cazar pequeños animales). Es muy probable que, con el tiempo y después de observar el resultado de muchos intentos, unos más exitosos que otros, estas actividades primigenias se hubiesen ido sofisticando y pasando de unos a otros (probablemente mediante la simple imitación) para hacer frente a las mismas situaciones o a otras consideradas como similares. Estas situaciones constituirían lo que hoy en día reconoceríamos como problemas; sin embargo, el uso del concepto "problema" como tal es, por supuesto, mucho más reciente y es probable que esté ligado estrechamente al surgimiento de las matemáticas.

Los egipcios, por ejemplo, observaban anualmente el desbordamiento del Nilo, cuyo cauce destruía con frecuencia los límites de los surcos que con trabajo habían labrado en sus tierras. Cómo reestablecer estos surcos de acuerdo a parámetros que ellos habían prefijado dio lugar al desarrollo de prácticas bien precisas de medición, comparación y representación [Lawlor, 2000]. Este fue el origen de la geometría que, precisamente, tiene como significado etimológico la medición (metría) de la tierra (geos). Esta rama de las matemáticas muy pronto se convirtió en un instrumento para ayudar a resolver una multiplicidad de problemas de la vida cotidiana, que iban desde la construcción de viviendas y monumentos, como las pirámides, hasta la elaboración de utensilios de uso diario, como recipientes y herramientas de trabajo, así como barcas para salir a pescar.

Un aspecto crucial de las prácticas para resolver problemas es que éstas pueden ser generalizadas y transmitidas de unas personas a otras. Su generalización permite dissociar un problema específico de aquellas actividades necesarias para resolverlo, y posibilita el desarrollo de lo que comúnmente se conoce como métodos, es decir, la secuencia de pasos que es necesario seguir para resolver un problema. Los métodos, a su vez, hacen posible la transmisión de estas prácticas de generación en generación.

¹⁷ Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.

¹⁸ Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Estos métodos se conocieron inicialmente como algoritmos y, de nuevo, su origen está atado a operaciones matemáticas. En efecto, la palabra proviene del nombre del gran matemático persa del siglo noveno, Abu Ja'far Mohammed Ibn Musa Al-Khowarizm, quien escribió un texto sobre álgebra hacia el año 825 donde desarrolló una gran diversidad de métodos para resolver problemas algebraicos. Sin embargo, el algoritmo más antiguo del que se tiene conocimiento es anterior a la publicación de este texto; nos referimos al Algoritmo de Euclides, que permite encontrar el máximo común divisor de dos números y que apareció escrito en el año 300 A.C. Dados dos números naturales diferentes mayores de cero,¹⁹ el máximo común divisor es el número natural más grande que los divide a los dos.²⁰

Los algoritmos, o secuencias de pasos o actividades necesarias para resolver problemas, rápidamente fueron creciendo en importancia hasta convertirse en un objeto de estudio propio de las matemáticas y, a partir del siglo XVII, con el nacimiento de la ciencia moderna, pasaron a ser un aspecto importante de todas las demás disciplinas. De hecho, el llamado "método científico" puede interpretarse como la secuencia de actividades que es necesario realizar para asegurar que una serie de prácticas sean reconocidas como científicas. Estas prácticas científicas van desde aquellas que se siguen para predecir el movimiento de los astros, hasta aquellas que hoy en día se realizan para producir una droga para combatir el SIDA.

Cada una de las disciplinas en que se ha venido dividiendo el llamado conocimiento científico ha desarrollado sus propias prácticas y métodos para resolver problemas que le son propios. Todos estos problemas tienen en común que su formulación es precisa, es decir, tanto el objetivo que se busca como las restricciones que se deben tener en cuenta para resolverlo, están claramente establecidas. Estos problemas se conocen como "problemas bien estructurados" y para ellos siempre es posible encontrar un algoritmo que los resuelva.

Algunos ejemplos de problemas bien estructurados son los siguientes:

- ¿A qué velocidad debe lanzarse un cohete para que pueda escapar a la atracción gravitacional de la tierra y entrar en órbita alrededor de ésta?
- Dada una cierta disposición de las fichas de un tablero de ajedrez, ¿cuál es la mínima secuencia de movimientos de las blancas para dar mate a las negras?
- Teniendo en cuenta las restricciones de las máquinas de tejer que se utilizan en una planta productora de camisetas y las características de un lote de producción, ¿cuál es la distribución óptima de trabajo entre máquinas para minimizar los costos de producción?

¹⁹ Los números naturales son aquellos que pertenecen a la secuencia: 0, 1, 2, 3, 4, 5, ... etc.

²⁰ Por ejemplo el máximo común divisor de 12 y 30 es 6.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- ¿Cómo podemos medir el cociente intelectual de adolescentes entre los 12 y 17 años? ¿De qué forma podemos medir su inteligencia emocional?
- ¿Cuál es la distribución de delitos cometidos en una región del país de acuerdo con la tipología del Código Penal?
- ¿Existe alguna correlación entre el tipo de delito cometido y el nivel socio-económico del delincuente?

Todos los problemas anteriores pueden ser resueltos mediante el uso directo de algoritmos que van desde la simple aplicación de fórmulas matemáticas (como en el primer caso), pasando por el uso de métodos de optimización (como en el caso de las máquinas de tejer), hasta el empleo de técnicas de análisis estadístico de encuestas en el último ejemplo. En todos los casos, las respuestas que se obtienen son concretas y únicas. Desde esta perspectiva se suele afirmar que "resolver problemas es una ciencia". Es decir, que consiste en un método generalizable y transferible que, al ser utilizado, siempre produce una respuesta a cualquier instancia de la familia de problemas para el que fue desarrollado.

Pero, por otra parte, conocemos también una multiplicidad de problemas para los cuales no podemos dar una respuesta única debido a que existe un cierto nivel de incertidumbre en las circunstancias que lo rodean. Esto no quiere decir, sin embargo, que no sea posible elaborar algoritmos para enfrentar problemas cuya respuesta tenga un cierto grado de incertidumbre asociado. El desarrollo de técnicas de estadística más sofisticadas y del cálculo de probabilidades permite abordar este tipo de problemas. En estos casos, sin embargo, quien las aplica no obtiene, por lo general, una sola respuesta sino un conjunto de posibilidades con diferente peso probabilístico que puede utilizar como guía para tomar una decisión. Algunos ejemplos de este tipo de problemas son los siguientes:

- Dadas las posiciones actuales de las fichas de mi partida de ajedrez, ¿cuál será la mejor jugada que puedo hacer?
- ¿Cómo asignar el valor de los seguros contra robo de automóviles (que me propongo ofrecer en mi empresa aseguradora) a los clientes de una región particular del país?
- ¿Cuál será la mejor forma de distribuir mi portafolio de ingresos para asegurar la mejor rentabilidad durante los próximos seis meses?

Todos estos problemas requieren establecer un criterio con base en el cual se tomará la decisión de cómo actuar una vez que encontremos el conjunto de valores al aplicar el algoritmo correspondiente. Por ejemplo, en el último caso, es necesario acordar con los accionistas de mi empresa qué entendemos por mayor rentabilidad: ¿Es la más alta ahora o la más estable en el mediano plazo? En todos estos casos, al igual que para los ejemplos de problemas bien estructurados, una vez que se encuentra un algoritmo y se tienen los medios para utilizarlo (que incluyen no solamente la destreza y el conocimiento necesarios para aplicar sus pasos, sino también el acceso a información confiable) las posibles respuestas están aseguradas.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Este escrito se sitúa en el campo de las relaciones entre los seres humanos, es decir, en el ámbito de lo social. Más precisamente, su objetivo consiste en proporcionar al gerente, al planificador público o al director de una organización con finalidad solidaria algunas ayudas metodológicas para enfrentar con mejores posibilidades de éxito los desafíos que encuentra cuando se empeña en mejorar la calidad de vida de una comunidad. Esos desafíos tienen que ver con las demandas o peticiones de la población a la que presta sus servicios, con los compromisos de un programa de gobierno, con la misión que le corresponde a la organización como ente público o de beneficio social. Asuntos como la provisión, en forma económica y eficaz, del servicio de recolección de basuras, reducir el abuso de bebidas alcohólicas o estupefacientes por parte de algunos sectores de la población, prestar atención a personas en condición de extrema pobreza, aprovechar con fines sociales las energías y la creatividad de los jóvenes, lograr una participación social efectiva en la planeación y mejoramiento de la calidad de vida municipal, organizar el festival cultural, son apenas ejemplos de las múltiples y difíciles tareas que debe diseñar y realizar la alcaldía de cualquier municipio o una fundación de servicio social.

Las tareas anteriores tienen su origen en la sensación experimentada por alguien de que algo falta o funciona mal - una necesidad sentida -. Diversas personas con el interés o la responsabilidad por cambiar el orden de las cosas seguramente percibirán de manera diferente cada una de esas necesidades y cada una de éstas consistirá en un desajuste, ruptura o brecha entre lo que esperaríamos que sucediera y lo que considera que está sucediendo. A las personas que se interesan por hacer algo o que pueden ser afectadas positiva o negativamente por la solución que se dé a la necesidad, las denominamos actores sociales. A las brechas o rupturas las denominamos obstáculos (problemas). De acuerdo con esta definición, un problema no tiene por sí mismo la connotación de "algo malo"; muy por el contrario, muchos problemas son identificados y expresados por personas que tienen una gran sensibilidad ética o estética, o que desean que las cosas funcionen mejor en términos económicos y sociales, que conciben esos problemas como ideales que vale la pena tratar de alcanzar²¹.

Para explicar un problema se deben aclarar y precisar tres cadenas lógicas:

- Las "causas", entendidas como aquellos conjuntos de problemas que anteceden en términos usualmente temporales al problema en consideración, y cuya presencia hace más probable la ocurrencia de dicho problema.
- Las "manifestaciones", que son aquellos problemas relativamente fáciles de observar o medir y que acompañan al problema que se está estudiando.

²¹ Aquí viene muy bien una cita de George Bernard Shaw para ilustrar el idealismo: "Muchas personas ven las cosas como son ... y se preguntan ¿por qué?. Yo sueño con las cosas que nunca han sido ... y me pregunto ¿por qué no?"

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Las “consecuencias” están definidas como aquellos problemas que suceden en el tiempo al problema bajo estudio y cuya ocurrencia es favorecida por la de éste.

Para aclarar estos conceptos, examinemos el siguiente ejemplo que se ha simplificado al extremo para no confundir al lector con detalles adicionales a los que se quieren resaltar:

- La deserción escolar en la educación primaria es usualmente muy alta en el sector rural y en los pequeños municipios. Algunas “causas” de este problema pueden ser la baja calidad de la enseñanza y la poca relación de lo estudiado con la realidad percibida por el niño, la inclinación de las familias a utilizar a los niños en los trabajos agrícolas por falta de recursos financieros para contratar trabajadores adultos, y la visión recortada de ciertos padres que no les permite ver los beneficios de largo plazo de la educación. Algunas manifestaciones son el alto número de niños y niñas que abandonan cada año sus estudios y la baja proporción de estudiantes que termina la educación primaria. Algunas “consecuencias” importantes son: el bajo número de jóvenes con una educación adecuada para la actual sociedad del conocimiento y la preservación de la pobreza entre la población de adultos. Dos puntos se deben enfatizar. Primero, ésta es una de un gran número de explicaciones posibles. Segundo, en este caso, como en muchos otros, existen relaciones circulares: la pobreza de los adultos contribuye a la deserción escolar y ésta contribuye a la pobreza de la generación siguiente, que no logra terminar una educación adecuada para desarrollar las destrezas que demanda el mundo contemporáneo.

La explicación de un problema por alguien que se siente parte de ese problema y que desea hacer algo para superar la brecha que éste representa, se denomina una “explicación situacional”. Las diferentes explicaciones de un problema, con sus “causas”, manifestaciones y consecuencias constituye lo que se denomina una “situación problemática”. Cada explicación del problema desde una óptica diferente resulta en un sistema interrelacionado de problemas. Un término familiar pero muy descriptivo de cada uno de estos sistemas de problemas es el de “embrollo”.

Es fundamental empezar por captar las diferentes perspectivas que tienen los actores sobre la naturaleza del problema pero, a veces, ello no es suficiente. El buen dirigente o planificador debe tener la habilidad de mirar las situaciones por donde no las están mirando los demás.²² Cuando se ha logrado una explicación perspicaz del problema en consideración y, dentro de esa situación, se han identificado unos “nudos críticos”, es decir, unas “causas” relativamente fáciles de remover y que, de ser erradicadas, mejorarían drásticamente el problema inicial [Matus, 1994], se dice que el embrollo ha sido entendido. En

²² West Churchman [1968] afirma: “El enfoque sistémico empieza cuando aprendemos a mirar el mundo por los ojos de los demás”. Estas dos conclusiones se complementan y enriquecen mutuamente.

la figura 1, se muestran los diversos momentos de la metodología que se propone. Estos momentos pueden desarrollarse de manera simultánea y muchas veces es necesario pasar por ellos varias veces para llegar a una solución satisfactoria del problema. Es por ello que no deben confundirse con las etapas o pasos sucesivos en un proceso lineal.

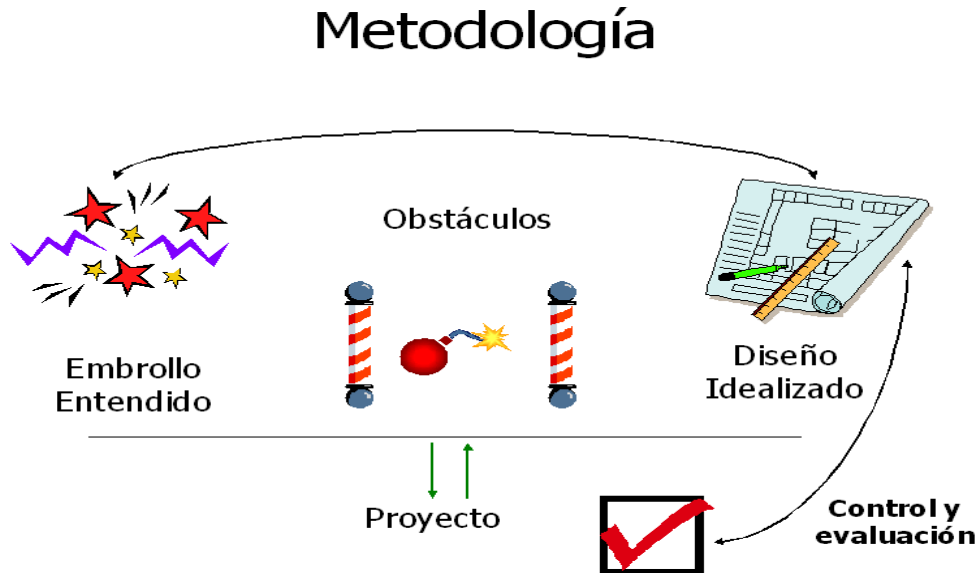


Figura 1. Momentos de la metodología propuesta

Una vez explicado el embrollo y escogidos unos (preferiblemente pocos) nudos críticos, es necesario resistir la tentación de irse lanza en ristre contra cada uno de esos problemas. Sin duda, es necesario cerrar o disminuir las brechas implícitas en cada nudo crítico, pero no es conveniente hacerlo tratando esos nudos como si fueran independientes del sistema interrelacionado de problemas del cual forman parte y que será afectado de muchas formas, extremadamente difíciles de anticipar, por la solución de los nudos escogidos. Las actuaciones de ese tipo, denominadas reactivas, son bastante frecuentes. Por ejemplo, son muchas las personas que, cuando están mirando la televisión y no les gusta lo que presenta un canal, cambian de canal solamente para cambiar de nuevo porque la programación del segundo canal es peor que la del primero [Ackoff, 1981]. Ante la falta de cupos en la educación escolar en nuestras ciudades capitales, es frecuente que sus autoridades inviertan en la construcción de nuevas escuelas y en la ampliación de la oferta educativa, y encuentren al poco tiempo que los faltantes aumentan por la inmigración de familias con niños desde los pueblos vecinos, atraídas por la nueva oferta de cupos escolares. En estas ocasiones las soluciones reactivas, hechas con las mejores intenciones, producen lo que se conoce como consecuencias contraintuitivas [Forrester, 1961]. Otro ejemplo sería el de una empresa de servicio público con problemas financieros a la que se le autorizaran alzas en sus tarifas, esperando con ello mejorar sus ingresos. Es posible que muchas

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

familias, en ese caso, opten por reducir su consumo y la situación financiera de la empresa se vea agravada todavía más.²³

La experiencia ha demostrado que las soluciones que se enfocan hacia la construcción de un futuro deseado, y que se denominan proactivas, tienden a evitar las sorpresas desagradables que se originan en aquellas que tratan de librarse de uno o más problemas específicos (reactivas). Por ello, la metodología contempla la elaboración de lo que se denomina un "diseño idealizado" o varios, si los primeros no satisfacen las aspiraciones de los diferentes actores sociales. En términos sencillos, el diseño idealizado es la expresión del sistema que los diseñadores materializarían de inmediato, si tuvieran la capacidad de hacer realidad todos sus deseos. Únicamente se exige que ese diseño idealizado sea factible en términos tecnológicos y operacionales, es decir, que se pueda disponer de la tecnología requerida en el corto plazo, así sea necesario poner en marcha un proceso ambicioso de innovación tecnológica, y que el producto (cualquiera que sea) del diseño, tenga la capacidad de sobrevivir una vez puesto en existencia.

El diseño idealizado es la especificación de la visión que queremos alcanzar, ha sido inspirado por la situación problemática en la forma en que la hemos entendido y por los nudos críticos seleccionados. Su materialización tiene como consecuencia lógica e inmediata que los nudos críticos dejen de existir o pierdan la importancia que tenían como factores causales de la necesidad sentida o brecha original que, obviamente, ya no constituye un problema de importancia. ¿Qué ha pasado? La necesidad sentida ya no es un problema de importancia pero, como no se trata de un acto de magia, algo debe haber ocupado su lugar. Efectivamente se ha transformado la necesidad sentida en otro problema: ¿Qué debemos hacer para convertir el diseño idealizado en una realidad? Seguramente no será una tarea fácil, pero ahora se tiene un destino al que se quiere llegar, y ese es un gran avance.

En algunas ocasiones no es demasiado complejo trazar un plan de navegación cuya finalidad consista en hacer realidad el diseño idealizado. Ese plan de navegación recibe el nombre de proyecto, y consiste en una serie de actividades lógicas y temporalmente organizadas para el logro de una serie de objetivos conducentes a un objetivo final, que es la materialización del diseño idealizado. En otras circunstancias, no es tan claro cómo aproximarse al diseño idealizado. En esos casos resulta conveniente darle una vuelta a la tarea. Esa vuelta consiste en identificar primero los obstáculos que se interponen en el camino hacia el diseño idealizado. La experiencia indica que ésta es frecuentemente una buena táctica. Una vez identificados los principales

²³ Mirar el problema, y no lo que se quiere lograr parece ser más frecuente de lo que imaginamos. Un colega de la Universidad de los Andes nos pasó la siguiente anécdota: "Cuando la NASA inició el lanzamiento de astronautas, se planteó que las lapiceras no funcionaban con gravedad cero. Para resolver este problema, se contrató a una consultora reconocida como de primera línea. Se empleó una década y 12 millones de dólares. Y se logró desarrollar una lapicera que escribe con gravedad cero, de cabeza para abajo, debajo del agua, en prácticamente cualquier superficie incluyendo cristal y un rango de temperaturas desde bajo 0°C hasta 300°C. Los rusos usaron un lápiz."

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

obstáculos, es posible convertirlos en objetivos por alcanzar, y diseñar los proyectos para lograrlos.

Es indispensable observar el desarrollo de cualquier actividad humana para asegurar que marcha en la forma como se planeó y, si no es así, para introducir las correcciones del caso. Este seguimiento de los proyectos para corregirlos, si es necesario, es lo que se denomina "control". Pero no basta con esto. El proyecto fue la respuesta que se dio a una necesidad sentida (problema) con base en una manera particular de entenderla y de explicar sus "causas", manifestaciones y consecuencias. Existen otras perspectivas de la situación con sus correspondientes explicaciones, y se ha apostado a una de ellas que no pasa de ser una hipótesis. Se hace necesario cerrar un ciclo y aprender de las acciones ejecutadas. La actividad que se encarga de convertir la experiencia en conocimiento se denomina "evaluación". Su finalidad es determinar si el camino elegido conduce a mejorar la situación inicial, o si es mejor buscar otro camino porque "por ahí no es la cosa."²⁴

En síntesis: lo primero es entender la situación problemática donde aparece el problema; lo segundo, describir un sistema (un producto o una organización) idealizado que proporcione todo lo que se desea; lo tercero, identificar los obstáculos que impiden hacer realidad ese diseño idealizado y, por último, formular uno o más proyectos que contribuyan a superar esas barreras. Para asegurar que los proyectos benefician efectivamente a todos los afectados, el proceso incluye, además, las actividades de control y evaluación.

Referencias Bibliográficas

- Ackoff, Russell, *El arte de resolver problemas*, Editorial Limusa, S.A, México, 1981.
- Churchman, West C., *The Systems Approach*, Dell, New York, 1968.
- Forrester, Jay, *Industrial Dynamics*. Productivity Press, Portland, Oregon, 1961.
- Lawlor, R., *Sacred Geometry: Philosophy and Practice*, London: Thames & Hudson, 2000.
- Matus, Carlos, *El Método Altadir de Planificación Popular*, MAPP, Bogotá, 1994.

²⁴ Entendemos que el presidente colombiano Alfonso López Pumarejo, quien gobernó el país en los períodos 1934-38 y 1942-44, utilizaba esta expresión para indicarle a sus interlocutores que se debía buscar otra manera de resolver un determinado problema.

CAPÍTULO 3. BASES PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Jaime Enrique Varela²⁵

Introducción²⁶

Utilizamos datos para poder evaluar proyectos, programas, campañas, resultados, impacto, procesos, estudios de mercado, campañas políticas, necesidades de una comunidad, situación de salud de un pueblo, preferencias del consumidor, satisfacción de los clientes con un servicio, etc. Las etapas básicas antes de comenzar a recolectar datos, son las siguientes:

- Definir las necesidades de la evaluación: quiénes la utilizarán y cuáles son sus resultados
- Definir los objetivos: qué se quiere obtener con la evaluación
- Cómo medir unas hipótesis que se plantean (dudas que se quieren verificar)
- Diseñar la estrategia de medición: dónde, cómo y cuántas mediciones se harán. ¿Cuánto dinero se tiene?
- Revisar la estrategia con sus colegas y clientes
- Diseñar los instrumentos de medición y hacer una prueba piloto: la gente entrevistada no siempre entiende nuestro lenguaje
- Entrenar a los recolectores
- Recoger los datos, analizar y presentar resultados.

Medición y operacionalización

Para poder evaluar, se requiere que los objetivos sean expresados en una forma que sea posible medirlos. Este es el primer paso que debe acometerse; conviene hacer el ejercicio de escribir los objetivos y metas que se persiguen con la evaluación y discutirlos con su grupo de análisis para eliminar objetivos complejos de alcanzar o incluir aquellos que no han sido bien definidos. Esta lista da lugar a una serie de actividades que se deben realizar para poder cumplir con los objetivos. Esta lista debe contener asuntos que puedan medirse en un espacio determinado de tiempo. Operacionalizar los objetivos significa que debemos encontrar formas de medirlos, puesto que hay conceptos complejos de medir tales como: satisfacción, gusto, calidad, amabilidad, respeto, oportunidad, atención, mejora, factibilidad y otros que son fáciles de expresar pero complejos de medir.

²⁵ Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes

²⁶ Existen muchos libros sobre metodología ó técnicas de investigación que cubren estos aspectos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Si por ejemplo se quiere medir "el grado de satisfacción de los pacientes con la atención que se les brindó", hay varios puntos que deben precisarse:

- 1) ¿Cuáles pacientes? ¿Todos los de la clínica? ¿Los del año pasado ?
- 2) ¿Cómo medir la satisfacción?
- 3) ¿Cuándo se puede decir que están satisfechos?

Debemos entonces definir cuáles son los pacientes de nuestro interés y cuáles son las dimensiones de satisfacción que queremos medir. La atención también puede ser médica o personal. ¿Cuál medir? ¿Ambas? ¿Puede el paciente saber si su atención médica fue satisfactoria?

Otro ejemplo similar es preguntar por la "construcción de vivienda satisfactoria". En este caso existen muchas dimensiones del significado de "satisfactoria", tales como: área, materiales, tamaño de las habitaciones, cercanía a centros comerciales, a transporte, ruido, congestión, hacinamiento, servicios públicos, seguridad, precio, etc. En otras palabras, preguntar a un habitante si considera su vivienda satisfactoria, equivale a obtener respuestas muy diversas dependiendo del concepto que tenga la persona del significado de "satisfactoria".

Es decir, hay que ser preciso sobre lo que se desea medir para no obtener respuestas ambiguas a conceptos que para la gente tienen significados diferentes, a pesar de que sean expresados con las mismas palabras.

En muchas ocasiones buscamos conocer si algo ha aumentado, mejorado, ha sido organizado, etc. Debemos precisar qué se entiende por mejoras y cuál es la escala que debemos utilizar para su medición; esto no siempre es sencillo.

Las mediciones que buscamos deben tener el grado de precisión que se desea, que puede variar según los objetivos de la investigación. Las mediciones deben ser confiables, permitir que se crea en los resultados y, desde luego, deben ser válidas o valederas.

El primer paso entonces es definir los objetivos de la investigación. Precisar en forma concreta los puntos que se desean investigar; por ejemplo averiguar para un producto:

- donde compra (tienda, supermercado, etc)
- cada cuanto compra (frecuencia)
- cantidad que compra
- tamaños o presentaciones del producto que compra
- precio del tamaño que compra
- productos de la competencia que conoce
- publicidad que ha visto del producto
- publicidad que ha visto de la competencia

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Es conveniente ser concretos y no intentar averiguar toda clase de atributos sobre el producto, pues puede conducir a una investigación muy compleja y larga que encarece los costos de recolección, procesamiento y análisis. Las personas entrevistadas que van a contestar nuestra investigación no tienen todo el tiempo que uno quisiera y es preferible hacer investigaciones de corta duración, pues a medida que transcurre el tiempo, el entrevistado empieza a impacientarse y busca que terminen la encuesta en forma rápida o da cualquier respuesta sin pensar demasiado. Desde luego hay situaciones en las cuales, con una cita previa y un aviso de la duración, la entrevista puede tomar un tiempo mayor. Posteriormente se inicia el diseño de las preguntas que contiene el instrumento.

Usted no va a realizar encuestas, aunque si tiene la oportunidad, vale la pena que haga el trabajo del recolector para que pueda sentir en carne propia lo que significa este tipo de trabajo. El proceso de definir en forma clara los objetivos y la forma de medirlos es de mucha importancia cuando vaya a contratar una empresa de mercadeo que haga sus encuestas, pues al no expresar y definir en forma clara lo que se quiere obtener, puede resultar con un producto que no es lo que usted quería, sino la interpretación que hizo la firma de mercadeo.

Diseño de la evaluación

En ocasiones queremos hacer comparaciones en un proyecto; se hacen "experimentos" que buscan comparar. El caso más conocido es el de administración de medicamentos; a un grupo de pacientes se le administra el medicamento y a otro grupo se le administra un medicamento conocido como "placebo", es decir, tiene la apariencia de medicamento pero no contiene nada. En esta forma comparamos con ese experimento. Esto puede hacerse si en una campaña publicitaria se utiliza una ciudad para ver el impacto en las personas y se mira otra ciudad donde no se hizo la campaña. Los grupos que no tienen el factor evaluado se conocen como grupos de "control".

En la mayoría de las ocasiones, simplemente estamos interesados en obtener información sobre algún fenómeno de nuestro interés, por lo que no tenemos que acudir a los experimentos.

Las encuestas de mercadeo utilizan con frecuencia la recolección de datos para conocer la opinión de los clientes sobre diversos aspectos de un producto existente o sobre un producto nuevo que se desea lanzar al mercado.

Las encuestas no pueden cubrir a todos nuestros clientes, pues sería demasiado costoso. Se acude al "muestreo" o toma de grupos representativos de la población de interés.

Por ejemplo, las encuestas políticas se hacen en varias ciudades del país y generalmente a unas 1.000 personas o menos. Esta es una "muestra" de la

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

población del país. ¿Es adecuado que en lugar de entrevistar a los 45 millones de personas, con sólo 1.000 sea posible medir la popularidad de un presidente?

Las muestras se hacen en forma "aleatoria"; es decir, de tal forma que cada individuo de la población o del "universo" contemplado tenga la misma probabilidad de ser seleccionado. Por ejemplo podríamos obtener una muestra de las personas bogotanas por medio de las páginas del directorio telefónico, seleccionando el primer nombre de cada página que termine en el número 79. El sitio también es de importancia; si su investigación requiere tener representatividad de los estratos socio económicos de la ciudad, deberá tratar de cubrir barrios que los representen, de lo contrario terminará con una muestra no adecuada.

Si usted desea seleccionar una muestra de los estudiantes de la Universidad de Los Andes, no puede seleccionar las personas que están en la plazoleta del edificio W, pues no tendrá representatividad de estudiantes de otras carreras, o tendrá muy pocos.

Existen diversas técnicas para obtener una muestra que sea representativa de la población o "universo" y calcular el tamaño o cantidad de sujetos que deben incluirse en la muestra para obtener resultados confiables con cierto grado de precisión. Cifras alrededor de 400 y 500 sujetos pueden ser adecuadas. Sin embargo, cada caso debe ser estudiado en particular.

El presupuesto y tiempo disponible para realizar la encuesta son factores que limitan y deben tenerse en cuenta. Es probable que se requiera una buena cantidad de personas para la recolección, ya sea por teléfono o en forma personal; estos "recolectores" requieren de supervisores que verifiquen que las entrevistas han sido hechas. Por ejemplo, que seleccionen una muestra de las entrevistas realizadas y verifiquen dos o tres de las preguntas que hizo el recolector. Con alguna frecuencia las empresas de mercadeo descubren que hay recolectores que "inventan" las respuestas; es decir, diligencian los formularios sin haber hecho el trabajo de campo.

Recolección de datos

Podemos obtener "*datos*" para transformarlos en "*información*" de muy diversas maneras:

- Entrevistas
- Cuestionarios (encuestas)
- Bases de datos existentes

El **dato** es una cifra o un número que por sí mismo no significa nada; por ejemplo, si alguien responde que tiene 23 años, esto nada dice; mientras que

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

si muchas personas responden su edad, al procesar estos datos, puedo obtener **información** sobre las características de la población; pirámide de población (composición), edad promedio, etc.

La entrevista es una forma de obtener datos y es adecuada en ciertas circunstancias; tiene la desventaja de que las respuestas de los entrevistados son diferentes y el análisis de las respuestas es complicado, pues se trata de preguntas de "carácter abierto"; es decir, cualquier respuesta del entrevistado se debe aceptar. Son preguntas de opinión en muchas ocasiones.

El Censo de población de 1993 tuvo preguntas abiertas; algunas de ellas eran:

- ¿Cuál es su profesión u oficio?
- ¿En dónde trabaja usted?

Las respuestas fueron innumerables; por ejemplo:

Conductor, chofer, manejo carro, conduzco vehículo, tengo un taxi, trabajo con mi buseta, etc. Podrán imaginarse lo que contestaron 10 millones de personas.

La entrevista no es algo que deba descartarse, pues es de mucha utilidad en otras ocasiones, por ejemplo, cuando deseamos conocer las prácticas dentro de una empresa lo hacemos por medio de entrevistas a muchos funcionarios.

Las empresas de estudios de mercado utilizan la técnica de la entrevista en grupos de personas que se conocen como "grupos focales" (focus groups), donde se invita a unas 10 personas, por ejemplo amas de casa, a un almuerzo o comida para "charlar" sobre algún tema específico; por ejemplo, utilización del arroz en su casa. En estos grupos se tiene un temario definido en forma previa, una persona experimentada conduce la sesión y en algunos casos se utilizan cuartos que tienen equipos que permiten grabar y filmar la entrevista sin que los asistentes lo sepan, para poder hacer el análisis en forma posterior. La invitación o "regalo" es un requisito para esta clase de ejercicios, pues nadie acepta este tipo de invitación sin recibir algo a cambio.

Los cuestionarios o encuestas generalmente contienen preguntas previamente elaboradas que debe contestar el entrevistado. Pueden contener preguntas "abiertas" y otra clase de preguntas, pero preferiblemente las preguntas deben ser "cerradas"; es decir, que induzcan una selección.

Una pregunta abierta que puede dar lugar a respuestas muy largas y completamente diferentes para cada entrevistado es la siguiente:

- Cuando usted piensa en adquirir un televisor ¿cuáles son las características deseables que le gustaría tener?

Una pregunta abierta que da lugar a otra es:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- ¿Su hijo ha tenido problemas en el colegio?
En caso afirmativo, indique cuáles problemas.
¿Los problemas fueron resueltos en forma satisfactoria?
En caso negativo indique las razones.

Las preguntas abiertas son complicadas de analizar, pues cada persona puede responder lo mismo pero utilizando diferentes palabras. Por ejemplo, si se pregunta:

- Cuales servicios le gustaría que ofrezca el club en el futuro y que no tiene hoy ?

Algunas personas podrán contestar que desean que el club ofrezca deportes, pero posiblemente cada cual lo expresará en sus palabras; el recolector se limitará a anotar la respuesta del entrevistado sin entrar a pedir explicaciones. Posteriormente en el análisis se requiere revisar todas las respuestas y ubicar aquellas que son similares. Este es un trabajo engorroso, especialmente si la cantidad de entrevistas es grande.

Las preguntas cerradas son las que permiten realizar un procesamiento y análisis con mayor facilidad. Generalmente se utiliza una escala de números para cada respuesta, de tal forma que el proceso posterior en el computador sea fácil de realizar. Esta codificación debe procurar un orden lógico de las respuestas, Por ejemplo en la pregunta siguiente:

- Usted cree que en esta universidad, comparada con el colegio, le ha tocado estudiar:

Muchísimo más		1
Un poco más	2	
Lo mismo		3
Menos		4
Muchísimo menos		5
No sé (o No responde)		9

La pregunta anterior tiene 5 respuestas y una que se conoce como "dato faltante" debido a que hay personas que prefieren no contestar una pregunta. Las respuestas de datos faltantes generalmente se codifican con números extremos, como 9, 99 y similares. En ocasiones, es preferible utilizar una escala "par", sólo 4 respuestas, dos afirmativas, dos negativas:

Mucho más	1
Más	2
Menos	3
Mucho menos	4

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Esto se debe a que, en muchas ocasiones, las personas para no comprometerse, contestan en forma imparcial diciendo: "Lo mismo". Esto depende del tipo de pregunta, desde luego.

Hay otras preguntas que tienen una escala común para todas las preguntas; por ejemplo cuando se dice: califique de 1 a 5 las preguntas, donde 1 es pésimo y 5 excelente.

Comodidad de los salones	
Puntualidad del profesor	
Facilidad de entender los textos	
Cantidad de tareas asignadas	

Se puede hacer una tabla para mayor claridad del encuestado como la siguiente:

ATENCIÓN DE ENFERMERÍA	1	2	3	4	5
Amabilidad y Respeto					
Habilidad y Destreza					
Explican procedimientos realizados					
Atención oportuna a los llamados					

También hay preguntas cuya respuesta puede omitir algunas preguntas; por ejemplo al preguntar:

¿Estuvo usted en el colegio la semana pasada?

Si: entonces se hace otra pregunta

No: pase a otra (salte)

La recomendación general es no hacer preguntas abiertas pues dificulta el procesamiento de los datos.

¿Cómo hacer preguntas?

Existen muchas reglas sobre cómo hacer preguntas adecuadas. En primer lugar, se debe advertir a la persona que la información es confidencial y sólo se utilizará con propósitos estadísticos. Algunas de estas reglas son las siguientes:

1) Consulte los formularios de entidades que tienen experiencia en redactar preguntas, por ejemplo los formularios del DANE. En la Universidad de Los Andes podría consultar los formularios que ha diseñado el CEDE en la Facultad de Economía. No trate de inventar lo que ya está inventado.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

2) No haga preguntas interesantes. Los formularios están llenos de preguntas interesantes que después no sirvieron para nada. Un buen ejemplo son las preguntas que se hicieron en el Censo de 1993 sobre la profesión u oficio. Si uno de sus colegas propone una pregunta interesante, es la mejor indicación para no incluirla.

3) Piense en los objetivos de su investigación y la forma de medirlos para posteriormente formular sus preguntas. Esta es una de las recomendaciones de mayor importancia, pues usualmente las personas se sientan y empiezan a redactar las preguntas sin haber definido los objetivos. Posteriormente descubren que deben realizar el trabajo de nuevo.

4) Es posible que, para medir, un objetivo requiera varias preguntas; por ejemplo al medir calidad de un producto deberá formular varias preguntas, pues la calidad generalmente se refiere a varios atributos.

5) Algunas preguntas pueden requerir material adicional para poderlas contestar: por ejemplo si usted pregunta sobre anuncios publicitarios, deberá mostrar los avisos.

6) Algunas preguntas pueden requerir una explicación posterior, cuando se pregunta: ¿por qué? (es una respuesta abierta). Por ejemplo, al responder la razón por la cual estudia más en la universidad que en el colegio.

7) Trate que todas sus preguntas sean cerradas; evite al máximo las preguntas abiertas y defina las escalas previamente; por ejemplo si usted pregunta:

¿Cuáles revistas ha leído en el último mes ?

Trate de hacer una lista de las revistas más populares para facilitar la respuesta; como no las tendrá todas, deberá añadir la alternativa: Otra, ¿Cuál? Es decir, se anticipa a las respuestas posibles. Estas preguntas dan lugar a respuestas múltiples y su procesamiento es más complejo, pues un entrevistado podrá indicar que ha leído tres o cuatro de las revistas señaladas.

8) Formule las preguntas en un lenguaje que entienda todo el mundo; para verificarlo, haga las preguntas a otras personas para ver si entienden lo que usted quiere preguntar. Lo que nosotros creemos que se encuentra bien redactado no necesariamente lo entienden otras personas. Si un entrevistado requiere explicaciones para entender una pregunta, significa que la pregunta está mal hecha. La prueba del cuestionario es fundamental.

9) No haga preguntas que guían hacia una respuesta positiva o negativa; por ejemplo:

¿Usted cree que el Senado trabaja mal?

¿Usted cree que el Presidente lo está haciendo bien?

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

En estos casos se está guiando al entrevistado hacia la respuesta.

10) Hay preguntas que para la gente son información confidencial y es posible que no respondan de forma adecuada. ¿Cuál es su sueldo? Es algo que casi nadie quiere contestar. Proporcione a la persona una lista de rangos de ingresos para que se ubique en alguno:

1. Entre 0 y 500.000
 2. Entre 500.000 y 1.000.000
- etc.

11) Pregunte por años cumplidos, no pregunte por la edad.

12) Evite las preguntas muy largas, trate de ser conciso y corto. No utilice términos complejos. Si la persona le pide explicar, quiere decir que no ha entendido la pregunta o que puede dar una diversidad de respuestas.

13) En las preguntas que tienen alternativas de respuesta, asegúrese de cubrir todas las posibilidades para evitar la respuesta: ninguna de las anteriores.

14) En las preguntas del estilo de 1 a 5, de pésimo a excelente, evite que la persona marque dos categorías o conteste un número con decimales.

15) No sugiera las respuestas si la persona le pregunta. No afane a la persona y tenga mucha paciencia.

16) Diseñe los formatos de encuesta de tal forma que contengan espacio suficiente y adecuado para las respuestas; no trate de ahorrar papel, recuerde que debe entregar los formularios a alguien que los digita en un programa de computador.

17) No haga encuestas muy largas. Media hora de tiempo es demasiado; el entrevistado no quiere que le quite tanto tiempo. Si necesita un formulario muy largo (los he visto) debe advertir a la persona que van a utilizar una hora o el tiempo que sea necesario. Los formularios muy largos no son adecuados y conducen a respuestas apresuradas en las últimas preguntas.

18) Muestre interés por la persona, préstele la atención que se merece, pues le está obsequiando parte de su tiempo. Agradezca al finalizar la entrevista.

En todos los casos, una vez se ha completado el formulario y revisado por parte de varias personas, debe hacerse un "piloto"; es decir, realizar unas pocas encuestas para verificar si las preguntas están bien hechas, si es muy largo o de tiempo suficiente, si hacen falta preguntas y en fin, para corregir los posibles errores antes de emprender la encuesta en forma masiva. Muchas empresas que contratan encuestas, exigen el piloto en forma previa para analizarlo y después aprobar la iniciación de la investigación.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Las encuestas que se realizan en forma periódica tienen manuales para el uso y capacitación del personal que realiza la encuesta; una de estas, de una investigación en salud²⁷ tiene las siguientes recomendaciones para la realización de la encuesta:

1. Comenzar con una buena impresión: cuando llegue al sitio de la encuesta, casa, oficina, haga todo lo posible para que el encuestado se sienta cómodo. Unas palabras amables y saludo para empezar por ejemplo.

2. Obtenga aprobación de la persona a entrevistar: debe tener la aprobación de la persona antes de comenzar. Debe explicarle cual es el propósito de la encuesta e indicarle que su participación es muy importante y voluntaria en caso de que se reúse a contestar.

3. Mantenga un enfoque positivo: No utilice palabras tales como: “está usted muy ocupado?”, esto es una invitación a no colaborar antes de comenzar. Dígale al encuestado: “me gustaría hacerle unas pocas preguntas” o “quisiera charlar con usted por unos pocos minutos”.

4. Asegúrele la confidencialidad de las respuestas: en caso de que la persona parezca dudosa acerca de responder las preguntas; explique que la información será confidencial y será utilizada para un análisis agregado que no incluye nombres. Dependiendo de la encuesta esto puede no ser necesario.

5. Conteste cualquier pregunta del encuestado en forma franca: es posible que la persona pregunte algo antes de empezar la encuesta, por ejemplo porque ha sido escogido. Tenga en cuenta el tiempo de la entrevista, puesto que un tiempo muy largo puede ser contraproducente y la persona buscará contestar muy rápido las últimas preguntas o inclusive terminar la encuesta en forma anticipada. Es posible que la persona quiera preguntar sobre los temas de la encuesta u opinar acerca de los mismos; es importante no interrumpir el flujo de las preguntas e indicarle a la persona en forma amable, que esos asuntos los pueden discutir al finalizar las entrevistas.

6. Haga la entrevista solo con la persona: la presencia de una tercera persona puede hacer que las respuestas no sean francas y honestas del encuestado. Si hay otras personas presentes, explíquele al entrevistado que algunas de las preguntas son privadas y pregúntele donde pueden charlar sin interferencias. Si esto no es posible, es mejor entrevistar a otra persona.

• Consejos para la entrevista:

²⁷ ICF International. 2012. Demographic and Health Survey Interviewer’s Manual. MEASURE DHS, ²⁷Basic Documentation No. 2. Calverton, Maryland, U.S.A.: ICF International

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

7. Permanezca neutral a lo largo de la entrevista: muchas personas son amables y pueden tener la tendencia a contestar lo que usted quiere oír. Debe permanecer neutral; por ningún motivo, con la expresión de su cara o el tono de su voz, haga creer al encuestado que él ha contestado en forma "correcta" o "equivocada". Nunca parezca aprobar o desaprobar las respuestas del entrevistado. Las preguntas se hacen en forma neutral, de modo que no sugieren ninguna respuesta, o que alguna es preferible a otra. Si el entrevistado da respuestas ambiguas, se le puede probar con una pregunta como: "me puede explicar un poco mejor?" o "podría decírmelo de nuevo".

8. Nunca sugiera respuestas al encuestado: si la respuesta de la persona no tiene nada que ver con la pregunta, no trate de ayudarlo a que responda, pues de pronto va a contestar los que usted intenta ayudar. Repita la pregunta para cerciorarse de que la entendió bien.

9. No cambie la redacción de las preguntas: podría hacer cambios que modifican el sentido de la pregunta; es preferible leer de nuevo.

10. Maneje a los entrevistados que están ansiosos con mucho tacto: algunas personas pueden enfrentar situaciones en las cuales no quieren contestar una pregunta y dicen "no sé", dicen algo irrelevante o actúan como si estuviesen aburridos o se contradicen con lo dicho previamente. Si los ve como temerosos o tímidos trate de apoyarlos y charle de otras cosas para tranquilizarlos; si no logra convencerlos y siguen negándose a contestar, no insista y continúe con la pregunta siguiente.

11. No afane al entrevistado: lea las preguntas con calma para que sean bien entendidas y dele tiempo al entrevistado para que piense. Afanarlo puede significar que conteste con un "no sé" o conteste cualquier cosa irrelevante. Indíquele que no hay afán y que sus respuestas son de mucha importancia.

Recolección de la información

Hay diversos tipos de entrevistas como los mencionados y que básicamente son:

- **Cara a Cara:** son las más efectivas y confiables, se adaptan a muchas situaciones, pueden ser extensas, son costosas con gran manejo administrativo. Pueden ser de entrevista abierta o con un formulario o cuestionario de preguntas cerradas o una combinación.
- **Telefónicas:** requiere un listado para obtener los teléfonos, deben ser cortas y concisas, son menos costosas y se hacen con rapidez.
- **Panel:** son grupos de personas que se entrevistan varias veces en un período de tiempo para mirar los cambios que ocurran. Pueden medir

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

situaciones complejas, son costosas de administrar, los integrantes del panel no son estables.

- **Grupos (“Focus Groups”):** son grupos de individuos con una característica en común, se obtienen variedad de opiniones de los integrantes, requieren entrevistador experimentado. Fáciles de convocar y menos costosas.
- **Correo electrónico:** el correo físico dejó de ser utilizado a favor del correo electrónico; deben ser encuestas cortas y tener un atractivo o incentivo para el encuestado para que el porcentaje de respuesta sea adecuado.

Las entrevistas personales, cara a cara o por teléfono, son las más efectivas. No se desanime si mucha gente se niega a responder su formulario. Sea amable, explique y advierta de que sólo son unos pocos minutos. Si se trata de una entrevista telefónica, debe ser muy corta. Algún amigo decía: “hacer una encuesta es como hacer un atraco, pues se le roba tiempo a la persona”. Estas encuestas son costosas cuando es necesario recorrer sitios para localizar a las personas. El personal de encuestadores también tiene un tiempo limitado y con los viajes de un sitio a otro su productividad se disminuye. Dependiendo del tipo de encuesta es posible que se requieran profesionales para que hagan las veces de recolectores, lo cual encarece los costos de recolección; sin embargo, hay empresas que están dispuestas a pagar esos costos con tal de obtener información confiable.

La opción de Grupos se utiliza con frecuencia en estudios de mercadeo. La empresa interesada entrega una lista de las personas que pueden ser candidatos a una entrevista en grupo para evaluar, por ejemplo, un comercial de televisión antes de presentarlo al público. Para que las personas acudan a la entrevista de grupo, se acostumbra ofrecerles algún regalo; por ejemplo invitarlos a comer una vez termina la entrevista, o hacer un desayuno durante la entrevista. Comprar un bono de regalo de un almacén es una buena estrategia que debe comunicarse a los invitados potenciales. Es importante tener un guión para la entrevista que ha sido preparado en forma previa y poder registrar la grabación de la conversación, pues en una hora de charla se registran muchas respuestas. Tomar apuntes por parte de un ayudante también es aconsejable.

Las encuestas que se envían a la casa o por correo tienen un nivel de respuesta muy bajo; inclusive, últimamente están llegando formularios por correo electrónico. ¿Cuántos de estos ha contestado usted?

En algunos casos, es necesario contemplar una retribución o pago para que la persona acceda a responder la encuesta. Es el caso de entrevistar a médicos en su consultorio para obtener la opinión con respecto a alguna droga; se le paga el valor de la consulta para que accedan a responder. Un periódico de la ciudad elabora encuestas a una muestra de sus suscriptores por correo

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

electrónico, pero ofrece unos “bonos” que posteriormente se pueden canjear por un regalo.

Por último, el procesamiento de los datos. Si la cantidad de encuestas y el número de preguntas no es muy grande, utilice una hoja electrónica; de lo contrario utilice los programas de estadística especializados: SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), también conocido como IBM SPSS, SAS, etc. Hay varios programas para procesar estadísticas algunos de los cuales se ofrecen en forma gratuita y que se pueden encontrar por Internet. Al final encuentra las instrucciones básicas para el manejo del SPSS, programa que se encuentra en salas de Ingeniería y Administración de la Universidad.

A continuación se presenta un ejemplo de encuesta para medir el Clima Organizacional. Fue realizada por profesores y estudiantes de Ingeniería Industrial hace varios años y se conoce con el nombre de instrumento TECLA. Entre los autores se encuentran: Enrique Ogliastri, Carlos Dávila, Jhon Sudarsky.

La siguiente encuesta es anónima y es de opción Verdadero (V) o Falso (F). Marque con una “X” la respuesta que aplica a las condiciones de la empresa. Si no entiende alguna afirmación presentada o ésta no se aplica a la empresa, no marque ninguna respuesta.

Questionario

1. La gente se esfuerza por cumplir a cabalidad sus obligaciones	V	F
2. El superior se preocupa porque entendamos bien nuestro trabajo	V	F
3. Cada uno es considerado como conocedor de su trabajo y se le trata como tal	V	F
4. Son frecuentes las pugnas y rivalidades entre los compañeros de trabajo	V	F
5. Aquí la gente se siente como metida en una jaula	V	F
6. En esta empresa se premia a la persona que trabaja bien	V	F
7. Las prestaciones sociales que se reciben son apenas las obligatorias	V	F
8. Creo que hay trucos en la forma como dirigen a los empleados	V	F
9. Cada uno cuenta con los elementos de trabajo necesarios	V	F
10. A la gente le gusta hacerse cargo de los trabajos importantes	V	F
11. Por lo general tenemos muchas cosas por hacer y no sabemos por cuál empezar	V	F
12. Existe poca libertad de acción para la realización del trabajo	V	F
13. A menudo ocurre, que por temor a consultar, se procede lenta y erradamente	V	F
14. Existe flexibilidad en las reglas de trabajo	V	F
15. La eficiencia en el trabajo no implica reconocimientos de ninguna clase	V	F
16. Aquí se dan ayudas extras fuera de lo que estrictamente exige el contrato salarial	V	F
17. Hay que tener miedo cuando se comete un error	V	F
18. Por lo general sólo nos piden cuentas del trabajo cuando lo hemos acabado	V	F
19. En general el trabajo se hace superficial y mediocrementemente	V	F
20. No existe una determinación clara de las funciones que cada uno debe desempeñar	V	F
21. Toda decisión que se toma es necesario consultarla con los superiores antes de ponerla en práctica	V	F
22. Los superiores son cordiales en el trato con los subalternos y viceversa	V	F
23. Los cambios en las políticas de la empresa se imponen sin consultar a los afectados	V	F
24. Las observaciones que se hacen sobre el trabajo, son justas	V	F
25. Se puede esperar regularmente un aumento de sueldo	V	F

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

26. Se quiere saber demasiado de las personas para aceptarlas como empleados	V	F
27. La iluminación en los puestos de trabajo es adecuada	V	F
28. Si un trabajo parece difícil, se retarda hasta donde se pueda	V	F
29. En esta empresa se cumple: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	V	F
30. En realidad nunca se ejecutan las ideas que damos sobre el mejoramiento del trabajo	V	F
31. Cuando necesitamos algo, el jefe está dispuesto a ayudarnos	V	F
32. Todo lo que se haga en nuestro trabajo debe estar previamente aprobado	V	F
33. Normalmente se da un reconocimiento especial por el buen desempeño en el trabajo	V	F
34. Mis compañeros de trabajo viven mejor que yo	V	F
35. Aquí se despide a la gente con facilidad	V	F
36. Cada cual elige la manera de desarrollar su trabajo	V	F
37. Por lo general, los trabajos que se asignan son una buena fuente de experiencia	V	F
38. A menudo se inician trabajos que no se sabe por qué se hacen	V	F
39. Casi todos sugieren ideas para mejorar la calidad y los procedimientos de trabajo	V	F
40. Cuando se solicita un favor, todos dicen estar ocupados	V	F
41. Es necesario un largo trámite para obtener un permiso cualquiera	V	F
42. Son muy frecuentes las sanciones por fallas en el trabajo	V	F
43. Las prestaciones sociales que la organización brinda son justas	V	F
44. Puedo contar con la empresa como respaldo en mi vejez	V	F
45. El que se esfuerza en el trabajo es recompensado	V	F
46. Verdaderamente, muchas veces se trabaja tan poco como sea posible	V	F
47. En esta empresa se busca que el trabajo sea cuidadosamente planeado y organizado	V	F
48. Aquí se fijan mucho en cómo se emplea el tiempo de trabajo	V	F
49. Siento que trabajo con compañeros, no con rivales	V	F
50. Son frecuentes las sanciones por errores sin importancia	V	F
51. Por lo regular, a la persona que trabaja bien se le premia con una mejor posición en la empresa	V	F
52. El costo de la vida afecta en forma especial a los empleados de esta organización	V	F
53. Acá la gente no se entromete en la vida privada de los demás	V	F
54. Casi nadie ahorra esfuerzo en el cumplimiento de sus obligaciones	V	F
55. Aquí, la calidad del trabajo tiene que ser excelente	V	F
56. Ocurre con frecuencia, que cuando se presenta un problema especial, no se sabe quién debe resolverlo	V	F
57. Únicamente al finalizar el trabajo se revisa	V	F
58. La gente cambia su manera de actuar cuando se acerca el jefe	V	F
59. Para evitar problemas, es mejor no expresar el desacuerdo	V	F
60. Normalmente se buscan los errores y no las cualidades que tiene nuestro trabajo en sí	V	F
61. Aquí se remunera al empleado según su habilidad	V	F
62. No se ahorran precauciones para la seguridad de los empleados en caso de emergencia	V	F
63. El superior tiene buena voluntad para colaborar en lo que se necesite	V	F
64. Los superiores no se preocupan porque se aporten ideas que mejoren la calidad del trabajo	V	F
65. Generalmente la persona que se vincula a la empresa recibe un entrenamiento adecuado para realizar su trabajo	V	F
66. Casi todos hacen su trabajo como mejor les parece	V	F
67. Aquí se dicen las cosas como son, pero de buena manera	V	F
68. Normalmente me dicen todo lo que tengo que hacer	V	F
69. Si se comete un error, se enseña a corregirlo	V	F
70. Realizando la misma labor, se ganaría más en otra empresa	V	F
71. El ambiente que se respira en esta empresa es tenso	V	F
72. En esta empresa se publican las noticias de interés para los empleados	V	F

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

73. Aquí se preocupan por mantener informado al personal de las nuevas técnicas relacionadas con el trabajo, con el fin de mejorar la calidad del mismo	V	F
74. Se observa cierta desorganización en la distribución del trabajo	V	F
75. En esta organización se busca que cada cual tome decisiones de cómo realizar su propio trabajo	V	F
76. No vale la pena ayudar a los compañeros, a la larga no agradecen	V	F
77. Realmente no es necesario llenar muchos requisitos para obtener un ascenso	V	F
78. Cualquier error que se cometa en el trabajo indispone a los superiores	V	F
79. Mis amigos fuera del trabajo tienen más ingresos que yo	V	F
80. Los empleados pueden defenderse de la organización	V	F
81. En la empresa existe cierta preocupación porque el empleado dé educación a sus hijos	V	F
82. En la realidad, a casi nadie le importa realizar un trabajo, aún cuando no se haya terminado el que se está haciendo	V	F
83. Por lo general las órdenes que recibimos están de acuerdo con las recibidas anteriormente	V	F
84. Existe un interés de parte de los superiores para estimular las iniciativas de los miembros de la empresa	V	F
85. Normalmente, cuando trabajamos en grupo con otras dependencias de la organización nos colaboramos satisfactoriamente	V	F
86. Aquí existe mucho formalismo para todo	V	F
87. Es igual que trabaje intensamente o que no lo haga	V	F
88. Con el sueldo que la gente gana en esta empresa se puede llevar una vida decente	V	F
89. Las directivas están pendientes de los más mínimos errores que se pueden cometer	V	F
90. A menudo se presentan hostilidades entre el personal	V	F

Instrucciones básicas programa SPSS

(Statistical Package for the Social Sciences). En el 2009, el programa cambió de nombre y ahora se conoce como IBM SPSS y su última versión en el 2013 es la número 21.

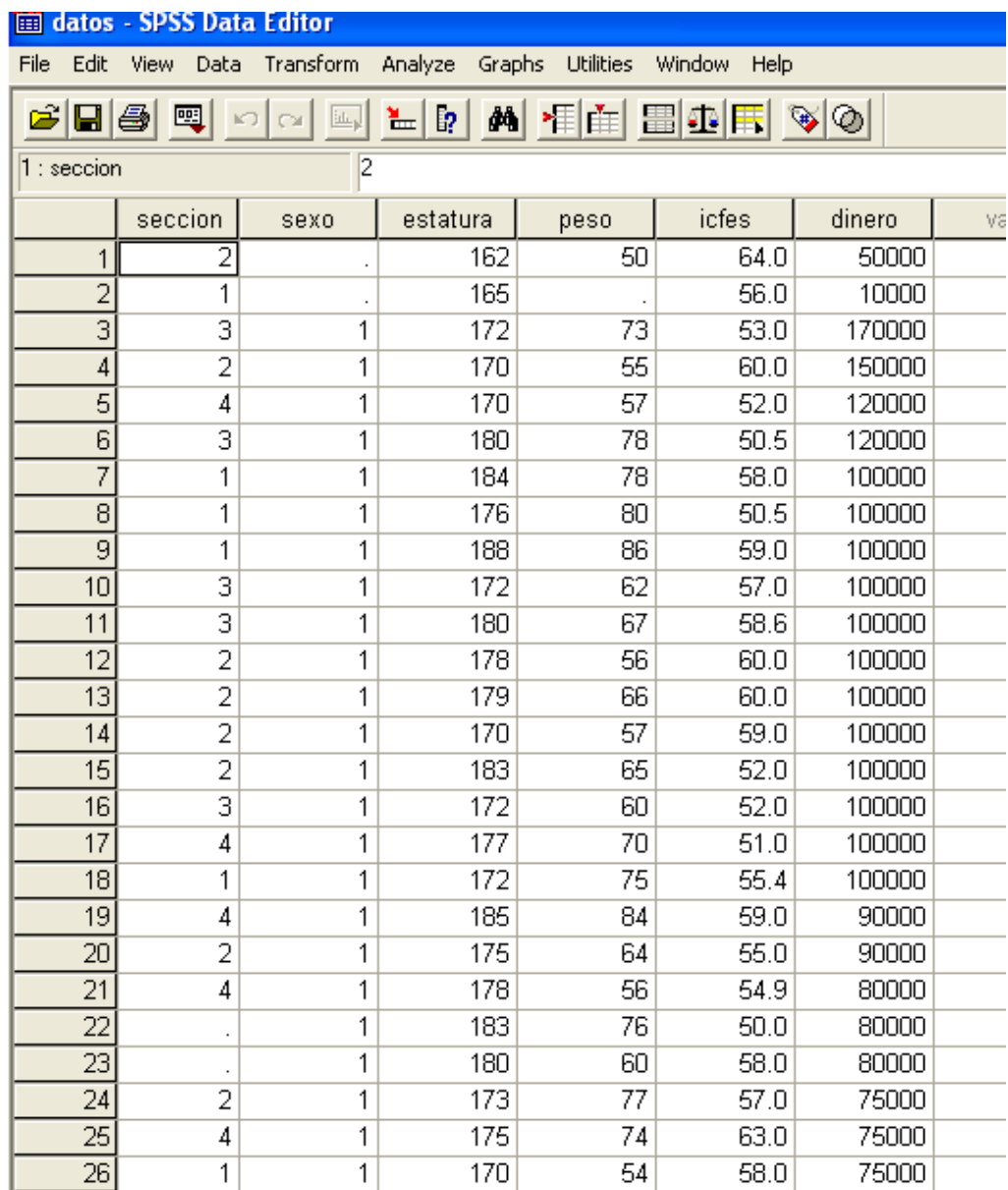
Al ingresar al programa IBM SPSS, usted encuentra un formato similar al de una hoja electrónica; los nombres de las variables pueden ser de cualquier longitud pero sin espacios en blanco; por ejemplo "rango_de_sueldo" es un nombre correcto como también lo es "rangodesueldo", se pueden incluir dando click en los campos que marcan la letra de cada columna – como se hace en la hoja de Excel. Es decir, a cada variable corresponde una columna. Los datos de cada observación se van completando hacia abajo. Si usted tiene una encuesta con 15 variables o preguntas y hace 20 encuestas, tendrá 15 columnas y 20 filas que debe llenar. Al colocar el cursor al lado izquierdo o arriba, marca toda la fila o columna y se puede eliminar.

Cada variable tiene una serie de características y las importantes son las siguientes:

- **Nombre:** nombre abreviado de la variable.
- **Tipo:** si es variable alfabética (string), numérica, fecha, etc. Lo usual es numérica.
- **Ancho:** cuantos campos requiere el computador para su representación. Por ejemplo una variable de si=1, no=2, sólo requiere un campo.
- **Decimales:** si desea mostrar decimales, aunque el programa los toma si en la entrada de datos se coloca el punto respectivo.
- **Label (etiqueta):** leyenda que usted quiere que aparezca en sus resultados. Puede tener un número amplio de caracteres, por ejemplo 30 si desea una explicación adecuada.
- **Valores (value labels):** para asignar los valores posibles a la variable categórica; ejemplo si=1, no=2. Coloque el cursor en este espacio, para que se abra la ventana correspondiente e incluya las alternativas de valores.
- **Valores faltantes (missing values):** cuando no hay respuestas en una variable, debe indicar cuales son los valores faltantes. Al no incluir nada, el programa lo toma como faltante. Se acostumbra los números 9; 99, 999, etc. Use el cursor para abrir la ventana correspondiente.

Unos datos de las secciones de Introducción a Ingeniería Industrial con el sexo, peso, estatura, puntaje del ICFES y dinero que cada estudiante recibe semanalmente de su padre o acudiente se muestran a continuación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

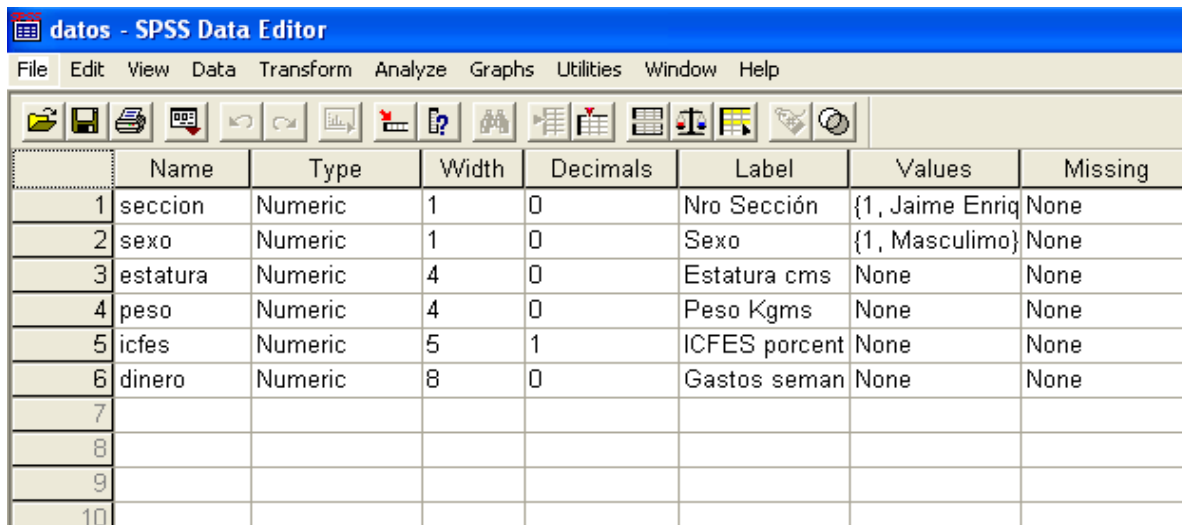


	seccion	sexo	estatura	peso	icfes	dinero	vs
1	2	.	162	50	64.0	50000	
2	1	.	165	.	56.0	10000	
3	3	1	172	73	53.0	170000	
4	2	1	170	55	60.0	150000	
5	4	1	170	57	52.0	120000	
6	3	1	180	78	50.5	120000	
7	1	1	184	78	58.0	100000	
8	1	1	176	80	50.5	100000	
9	1	1	188	86	59.0	100000	
10	3	1	172	62	57.0	100000	
11	3	1	180	67	58.6	100000	
12	2	1	178	56	60.0	100000	
13	2	1	179	66	60.0	100000	
14	2	1	170	57	59.0	100000	
15	2	1	183	65	52.0	100000	
16	3	1	172	60	52.0	100000	
17	4	1	177	70	51.0	100000	
18	1	1	172	75	55.4	100000	
19	4	1	185	84	59.0	90000	
20	2	1	175	64	55.0	90000	
21	4	1	178	56	54.9	80000	
22	.	1	183	76	50.0	80000	
23	.	1	180	60	58.0	80000	
24	2	1	173	77	57.0	75000	
25	4	1	175	74	63.0	75000	
26	1	1	170	54	58.0	75000	

Note que algunos datos no aparecen y se tiene un punto; estos son valores faltantes o "missing values", pues el estudiante olvidó o simplemente no quiso responder completamente la encuesta. Al calcular las estadísticas el programa no toma en cuenta estos valores.

La vista de las variables con sus propiedades, que se selecciona en la otra pestaña, se muestra enseguida:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos



The screenshot shows the SPSS Data Editor interface. The title bar reads 'datos - SPSS Data Editor'. The menu bar includes File, Edit, View, Data, Transform, Analyze, Graphs, Utilities, Window, and Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and data manipulation. The main area contains a table with the following columns: Name, Type, Width, Decimals, Label, Values, and Missing. The table lists six variables: seccion, sexo, estatura, peso, icfes, and dinero.

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing
1	seccion	Numeric	1	0	Nro Sección	{1, Jaime Enriq	None
2	sexo	Numeric	1	0	Sexo	{1, Masculimo}	None
3	estatura	Numeric	4	0	Estatura cms	None	None
4	peso	Numeric	4	0	Peso Kgms	None	None
5	icfes	Numeric	5	1	ICFES percent	None	None
6	dinero	Numeric	8	0	Gastos seman	None	None
7							
8							
9							
10							

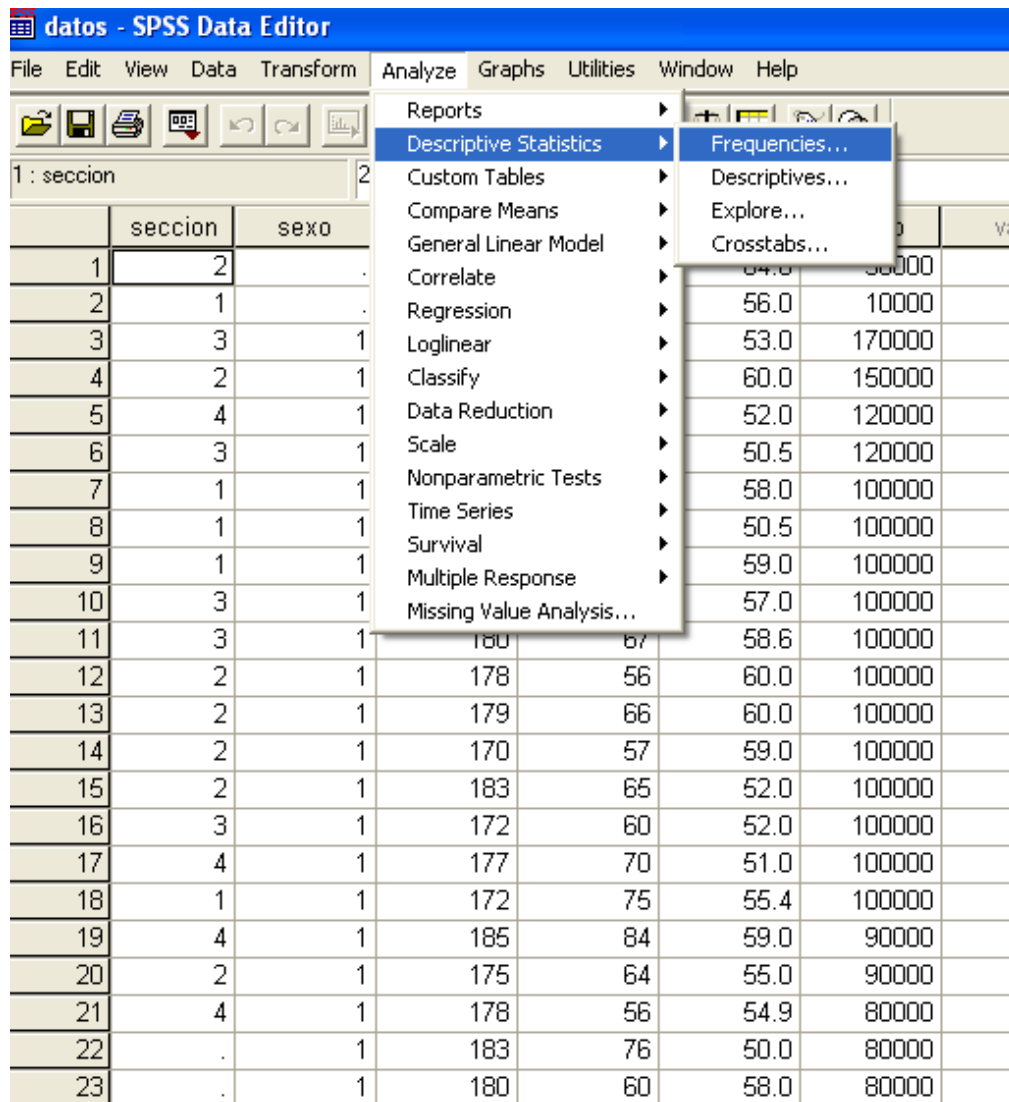
Una vez que ha registrado las variables y sus atributos principales, debe salvar el archivo con algún nombre; el ícono del disquete se utiliza para hacerlo, al igual que en la hoja electrónica. También puede utilizar "Archivo" ->"Guardar".

Las opciones de mayor utilización son: Archivo, Datos, Transformar, Analizar y Gráficas.

Para comenzar a obtener estadísticas utilice la opción de Analizar, Estadísticas Descriptivas, Frecuencias y comience a experimentar como se observa en la figura de la página siguiente. Otra instrucción interesante es la de Transformar, con la cual usted puede realizar cálculos; por ejemplo dividir o sumar dos variables. Si desea ir guardando sus instrucciones, cada vez que obtenga estadísticas debe utilizar la opción de Pegar (paste) para guardar la sintaxis que utiliza el IBM SPSS. Este archivo también debe salvarlo y le sirve para no tener que hacer lo mismo en forma posterior.

Los resultados también se pueden guardar o exportar a un formato de Word o un formato de Excel. También los puede copiar y pegar en su documento tal como hace con otros programas.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos



The screenshot shows the SPSS Data Editor interface. The 'Analyze' menu is open, and 'Descriptive Statistics' is selected. The 'Frequencies...' option is highlighted. The data table in the background has the following structure:

	seccion	sexo
1	2	.
2	1	.
3	3	1
4	2	1
5	4	1
6	3	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	3	1
11	3	1
12	2	1
13	2	1
14	2	1
15	2	1
16	3	1
17	4	1
18	1	1
19	4	1
20	2	1
21	4	1
22	.	1
23	.	1

Para las frecuencias, puede utilizar la opción que permite obtener histogramas de frecuencia o diagramas de barras. Si utiliza las barras en el resultado aparecen los nombres de los valores asignados, mientras que si utiliza el histograma solo aparecerán números. En estos casos simplemente debe experimentar con las opciones para seleccionar la que considere más adecuada.

Si usted desea obtener estadísticas sobre mujeres solamente, puede utilizar la opción de Datos y seleccionar casos. Con la opción de Transformar, Calcular, puede generar nuevas variables multiplicando, dividiendo y aplicando todas las operaciones aritméticas que usted tiene en la hoja electrónica.

Los resultados se producen en un archivo separado que usted puede copiar y pegar como se muestra en la gráfica siguiente:

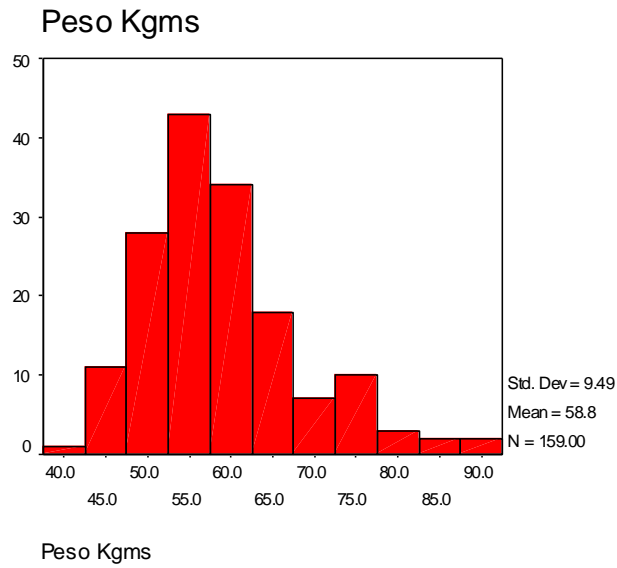


Figura 2. Histograma de las frecuencias del peso

Con esta breve información puede comenzar a utilizar el software IBM SPSS. Utilice el tutorial si desea conocer con más detalle el paquete estadístico.

CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

Gonzalo Torres²⁸

La historia de la investigación de mercados es relativamente corta. Todo el crecimiento en este campo ha tenido lugar desde el siglo pasado, principalmente durante los últimos 50 años.

Tres factores importantes han incidido en que la investigación de mercados se haya convertido en una industria importante y en continuo desarrollo: el crecimiento de las compañías, los computadores y la tecnología del transporte y de las comunicaciones. Anteriormente las compañías solían hacer la investigación de mercados por sus propios medios; actualmente las empresas, como consecuencia de su tamaño y de la complejidad de sus operaciones, mantienen un escaso contacto directo con los consumidores finales.

Si bien el crecimiento continuo de los negocios creó la necesidad de la investigación de mercados, ésta, a su vez, requería herramientas que hicieran posible su desarrollo: los computadores. Tales instrumentos han estado disponibles desde mediados de los años cincuenta para distintos fines, y es precisamente en esta época cuando la investigación de mercados empieza a surgir. Finalmente, la tecnología del transporte y de las comunicaciones ha jugado un papel primordial en la investigación de mercados. Hoy sería casi imposible, o muy costoso, realizar esta labor sin los medios de comunicación disponibles y sin los nuevos medios de transporte.

En este capítulo se describirán de manera general los diferentes aspectos de la investigación de mercados, conocimientos necesarios para todo ingeniero industrial. En primer lugar unas definiciones básicas.

MERCADEO: aquella actividad humana dirigida a satisfacer necesidades y deseos mediante procesos de intercambio.

NECESIDAD: Estado de privación sentida de cierta satisfacción genérica que surge de la condición humana.

DESEO: Apetencia por satisfactores específicos de esas necesidades

PRODUCTO: Algo que considera capaz de satisfacer una necesidad o un deseo.

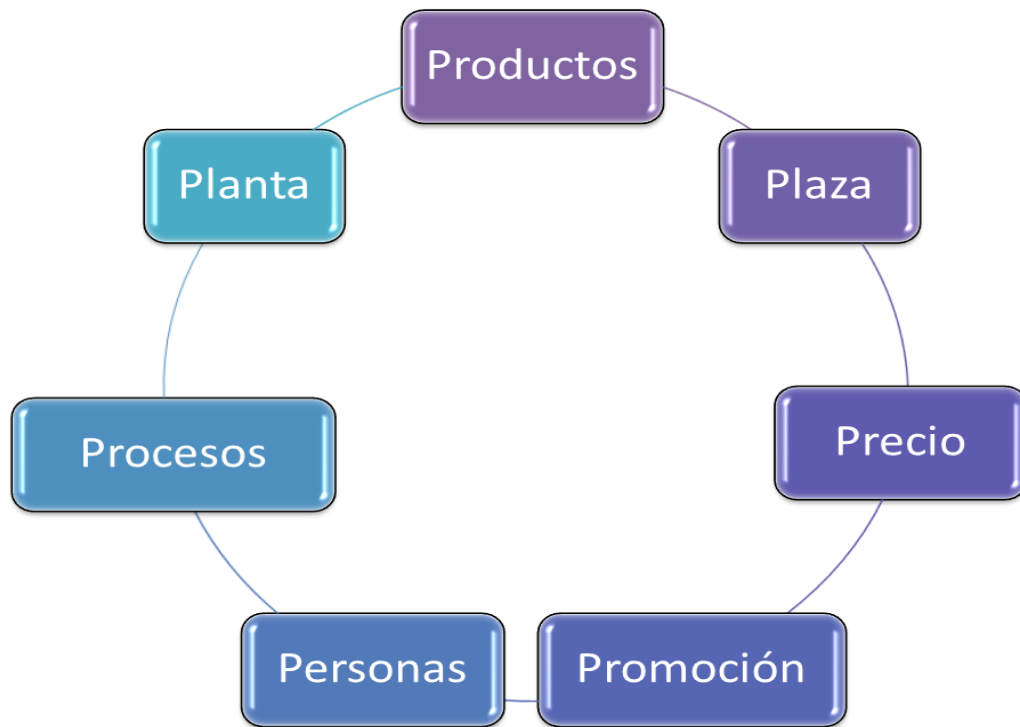
MERCADO: Conjunto de compradores actuales y potenciales de un producto.

Al hablar de mercadeo y mercados usualmente los textos hacen referencia a las 4 Ps del mercadeo, que recientemente se han extendido a 7. Las primeras

²⁸ Profesor y ex Vicedecano de la Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

se refieren a productos manufacturados y las otras tres a servicios que se ofrecen o entregan al consumidor. Estas son las siguientes:



- **PRODUCTO:** Bien o servicio que se ofrece a un mercado para su adquisición, uso o consumo. Los productos se compran por las necesidades que satisfacen y por los beneficios que ofrecen.
- **PRECIO:** Monto de intercambio asociado a la transacción. Las decisiones sobre el precio están sujetas a restricciones de costos, competencia y demanda.
- **PLAZA:** Canales utilizados para comercializar el producto ofrecido. Posicionar su negocio en el lugar correcto para que sea conveniente tanto para sus clientes y desde el punto de vista de su fabricación es una gran idea. Venta directa, minorista u online.
- **PROMOCIÓN:** Formas de publicidad específica para el producto. Hacer llegar el mensaje correcto a los clientes correctos es una tarea muy importante.
- **PERSONAS:** Las personas más importantes de su negocio son las personas que trabajan con y para usted. Contratar a la gente adecuada es una de las cosas más importantes que hacer por su negocio.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **PROCESOS:** Se debe tener una estructuración, ya sea de un servicio o de la creación de un producto, la logística y esquemas de producción adecuados ayudaran a reducir costos y aumentar ganancias.
- **PLANTA:** Las instalaciones necesarias para prestar un servicio deben ser adecuadas

Gerencia de mercadeo

Constituye el análisis, planeación, implementación y control de programas diseñados para crear, construir y mantener intercambios y relaciones mutuamente benéficas con mercados meta, con el propósito de lograr ciertos objetivos organizacionales.

Descansa en un análisis disciplinado de las necesidades, deseos, percepciones y preferencias de los mercado meta e intermediarios, como base para el diseño efectivo de productos, precios, comunicaciones y distribución.

La Gerencia de Mercadeo se encarga de actividades específicas que son las siguientes:

Análisis del mercado, consiste en:

- Entendimiento del mercado
- Identificación de oportunidades y problemas
- Entendimiento de la oportunidades y problemas

Desarrollo del programa de mercadeo, consiste en:

- Decisiones de segmentación
- Decisiones de productos
- Decisiones de distribución
- Decisiones de promoción y publicidad
- Decisiones de venta
- Decisiones de precio

Control del programa de mercadeo, consiste en:

- Control y evaluación del desempeño
- Refinamiento del programa de mercadeo

Para el desarrollo de lo anterior se requiere entender el *comportamiento del consumidor* buscando dar respuesta a las preguntas siguientes:

- ¿Qué compra?
- ¿Quién compra?

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- ¿Dónde compra?
- ¿Por qué compra?
- ¿Cómo compra?
- ¿Cuándo compra?
- ¿Cuánto compra cada vez?

Lo anterior lleva a un *análisis del mercado y sus características* en función de aspectos tales como:

- Tamaño
- Ubicación
- Competencia
- Productos de la competencia
- Condiciones económicas

Igualmente debe investigar el *Medio Ambiente* del mercado en relación a su:

- Cultura
- Tecnología
- Tendencias Económicas

En base a sus resultados deben tomarse diferentes tipos de decisiones como las siguientes:

Decisiones de *segmentación*:

- ¿Cuál segmento debería ser el objetivo?
- ¿Qué beneficios son más importantes para cada segmento?
- ¿Qué área geográfica se debería cubrir?

Decisiones de *productos*:

- ¿Qué características deben incorporarse al producto?
- ¿Qué posicionamiento debe darse al producto?
- ¿Qué tipo de empaque es preferido por los consumidores?

Decisiones de *distribución*:

- ¿Qué tipo de canal debe usarse?
- ¿Cuál debe ser la política de margen de utilidad?
- ¿Deben emplearse unos pocos distribuidores o muchos?

Decisiones de *publicidad y promoción*:

- ¿Qué atractivos deben usarse en la publicidad?
- ¿En qué medio debe situarse la publicidad?
- ¿Cuál debe ser el presupuesto de publicidad?
- ¿Qué promociones de venta deben usarse y cuándo deben ser ofrecidas?

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Decisiones *de venta*:

- ¿Qué tipos de clientes ofrecen el mayor potencial?
- ¿Cuántos agentes de venta se necesitan?

Decisiones *de precio*:

- ¿Qué nivel de precio debe considerarse?
- ¿Cuáles descuentos deben ser ofrecidos durante el año?
- ¿Qué respuestas deben darse a un cambio de precio de un competidor?

El programa o plan de mercadeo requiere *información que permita controlar su desarrollo* contestando las preguntas siguientes:

¿Alcanzaron los elementos del programa de mercadeo sus objetivos?

- ¿Cómo se comparan las ventas con los objetivos?
- ¿En cuáles áreas fueron desalentadoras las ventas? ¿Por qué?
- ¿Se cumplieron los objetivos de publicidad?
- ¿Alcanzó el producto sus objetivos de distribución?
- ¿Están algunos supemercados descontinuando el producto?

¿Debería el programa de mercadeo continuarse, descontinuarse, revisarse o expandirse?

- ¿Están los clientes satisfechos con el producto?
- ¿Debería cambiarse el producto? ¿Deberían agregársele más características?
- ¿Debería cambiarse el presupuesto de publicidad?
- ¿Es el precio apropiado?

Es claro que todo este conjunto de preguntas requiere de información que es necesario recolectar por medio de la investigación de mercados.

¿Qué es la investigación de mercados?

La investigación de mercados incluye la especificación, recolección, análisis e interpretación de la información para ayudar a la administración a entender el medio ambiente, a identificar problemas y oportunidades, y a desarrollar y evaluar cursos de acción de mercadeo.

Para que una investigación de mercados sea exitosa se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **Pertinencia:** la investigación de mercados debe emprenderse sólo cuando los resultados reduzcan la incertidumbre e influyan sobre las decisiones.
- **Oportunidad:** la investigación de mercados debe programarse de tal manera que pueda realizarse a tiempo para influir sobre las decisiones.
- **Eficiencia:** se prefieren los diseños de investigación que dan buenos resultados con una alta probabilidad a aquellos más sofisticados que producen resultados excelentes sólo cuando todos sus supuestos se cumplen.
- **Exactitud:** el diseño de la investigación debe reducir al máximo la presencia de sesgos.

El proceso de investigación

El conjunto de pasos que guían consistentemente el proyecto desde su concepción, a través del análisis, hasta producir recomendaciones y determinar las acciones que se deben realizar es lo que se conoce como **el proceso de investigación**.

Este proceso involucra las siguientes etapas:

1. Planeación preliminar: propósito y objetivo de la investigación y valor de la información.
2. Diseño de la investigación
3. Implantación

En la planeación preliminar es necesario tener en cuenta las alternativas para realizar el trabajo, los problemas que se pueden presentar y quienes van a ser los usuarios de la investigación; es decir, cuales son los funcionarios que requieren los resultados de la investigación para su toma de decisiones.

Igualmente deben definirse los objetivos de la investigación en forma clara, de tal manera que el estudio responda las necesidades que requiere la organización para poder desarrollar un conjunto de preguntas e hipótesis que apoyarían el diseño de la investigación.

También debe hacerse un presupuesto tentativo de la cantidad de dinero que se tiene disponible para realizar la investigación, lo cual puede limitar el alcance de la misma, pues los recursos generalmente no son ilimitados.

La investigación puede ser exploratoria, descriptiva o causal; esta última donde se busca la causalidad. La metodología para desarrollarla es muy variada y pueden utilizarse datos secundarios, encuestas, experimentos,

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

sesiones de grupo y muchas otras modalidades. También se puede recurrir a una entidad o agencia externa que se contrate para realizar el estudio.

En caso de realizar encuestas, debe hacerse la planeación del proceso de recolección de los datos, el trabajo de campo y el análisis estadístico posterior para producir los resultados.

1. Planeación preliminar

Propósito de la investigación

Una investigación de mercados debe comprender un entendimiento compartido entre el gerente y el investigador acerca de:

1. Evaluación de alternativas de decisión - ¿Cuáles son las alternativas en consideración?
 - ¿Cuáles son los criterios para escoger entre alternativas?
 - ¿Cuál es el tiempo disponible y el impacto de la decisión?
2. Estudio de problemas y oportunidades -¿Qué problemas y oportunidades se anticipan?
 - ¿Cuál es el alcance de los problemas y sus posibles razones?
3. Usuarios de los resultados de la investigación
 - ¿Cuáles son las instancias que deciden?
 - ¿Existen intereses ocultos?

Objetivo de la investigación

El objetivo de una investigación de mercados debe especificar de manera precisa la información requerida para sustentar la toma de decisiones. Este objetivo consta de tres componentes:

1. Pregunta de investigación
 - Cuál es la información requerida por quién decide?
2. Hipótesis
 - Respuestas posibles a la pregunta de investigación.
 - Se formulan con base en la experiencia, la teoría y la investigación exploratoria previa.
3. Fronteras de la Investigación
 - Alcance del estudio y precisión deseada en los resultados.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La definición clara de los objetivos de la investigación es un tema clave para poder desarrollar la estrategia de recolección de datos o informar a la agencia de investigación lo que se persigue en forma clara.

Valor de la información

El valor de encontrar respuestas a la pregunta de investigación se conoce como el valor de la información. Su estimación contribuye a determinar cuánto dinero deberá invertirse en la investigación. Este valor depende de:

- Impacto de la decisión
- Incertidumbre inherente a los resultados
- Influencia de los resultados en la decisión

2. Diseño de la investigación

Una vez determinado el propósito, el objetivo y el valor de la información, se procede a la etapa del diseño de la investigación. Este diseño comprende un esquema detallado que se utiliza para orientar el desarrollo de una investigación hacia el cumplimiento de sus objetivos. El esquema debe comprender múltiples decisiones interrelacionadas con respecto a:

- a. Enfoque (estrategia) de investigación
 - ¿Cómo se obtendrá la información?
- b. Tácticas de investigación
 - ¿Cómo se operacionalizará la estrategia?

a. Enfoque de investigación

Existen diferentes tipos de investigación que pueden ser utilizados dependiendo de los objetivos que hayan sido planteados.

Exploratoria: Se utiliza para reunir información sobre la naturaleza general de un problema, las alternativas de decisión posibles y las variables pertinentes que se deben considerar. También es útil para establecer prioridades entre preguntas de investigación y para conocer los problemas prácticos en un estudio a gran escala. Los métodos son altamente flexibles, no estructurados y cualitativos. Las hipótesis son vagas, mal definidas o inexistentes.

Descriptiva: Su propósito es suministrar información precisa sobre alguna característica del mercado. Con frecuencia es posible formular hipótesis, pero pueden resultar tentativas y especulativas.

Las relaciones estudiadas no son causales en su naturaleza, aún cuando pueden tener algún poder de predicción.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Causal: Se utiliza para establecer si una variable determina (causa) los valores de otras variables. Debido a los exigentes requerimientos para una prueba de causalidad, las preguntas de investigación y las hipótesis pertinentes son muy específicas.

Para adelantar el proceso de recolección de datos también se puede recurrir a diferentes modalidades de hacerlo.

- Datos secundarios:

Se encuentran disponibles, pues fueron reunidos para algún propósito diferente del problema actual

- Sistema de información de la compañía
- Bancos de datos de otras organizaciones
- Servicios sindicados

- Datos primarios:

Se recolectan específicamente para satisfacer un objetivo de investigación.

Métodos cualitativos:

Entrevistas no estructuradas con pequeñas muestras, usualmente orientadas a generar ideas e hipótesis.

- Opinión de expertos
- Entrevistas en profundidad
- Sesiones de grupo (6-10 personas)

Métodos de encuesta:

Colección estructurada de datos provenientes de muestras representativas de personas que responden.

- Entrevistas por correo
- Entrevistas telefónicas
- Entrevistas personales (hogar, localización central)

Métodos experimentales:

Después de introducir un cambio en el ambiente, se mide el efecto resultante.

- Experimentos en laboratorio (ambiente artificial)
- Experimentos de campo (ambiente natural)

Usualmente se puede recurrir a una *Agencia de Investigaciones* o Empresa que se especializa en investigaciones de mercado, puesto que la entidad no tiene el

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

recurso humano requerido para realizarlas. Es por lo tanto muy importante tener perfecta claridad de las solicitudes que se la harán a la Agencia.

¿Cuándo recurrir a un proveedor externo?

- ❖ El personal interno no tiene la experiencia o habilidades necesarias
- ❖ Las limitaciones de tiempo desbordan la capacidad de respuesta interna
- ❖ Es más económico contratar los servicios externos
- ❖ El proveedor cuenta con la infraestructura apropiada
- ❖ Hay intereses creados alrededor de los resultados que comprometen diferentes áreas de la compañía
- ❖ Se desea incrementar la credibilidad de los hallazgos

¿Cómo seleccionar el proveedor externo?

- ❖ Búsqueda exhaustiva de proveedores que certifiquen una experiencia en el área de estudio
- ❖ Selección de un número reducido de candidatos con base en las recomendaciones de colegas
- ❖ Entrevistas personales con los presuntos responsables del proyecto
- ❖ Verificación de las referencias de cada proveedor potencial
- ❖ Selección de acuerdo con la calidad de la propuesta preparada por el proveedor, las referencias y el costo de la investigación

b. Tácticas de investigación

- Mediciones

El objetivo de la investigación se traduce en requerimientos de información y luego en preguntas específicas que puedan ser resueltas.

A continuación se desarrolla el instrumento de medición y el diseño del cuestionario.

- Plan de muestreo

Generalmente un estudio se concentra en un subgrupo de la población pertinente para la pregunta de investigación. El plan de muestreo describe cómo se seleccionará ese subgrupo. El muestreo debe ser probabilístico.

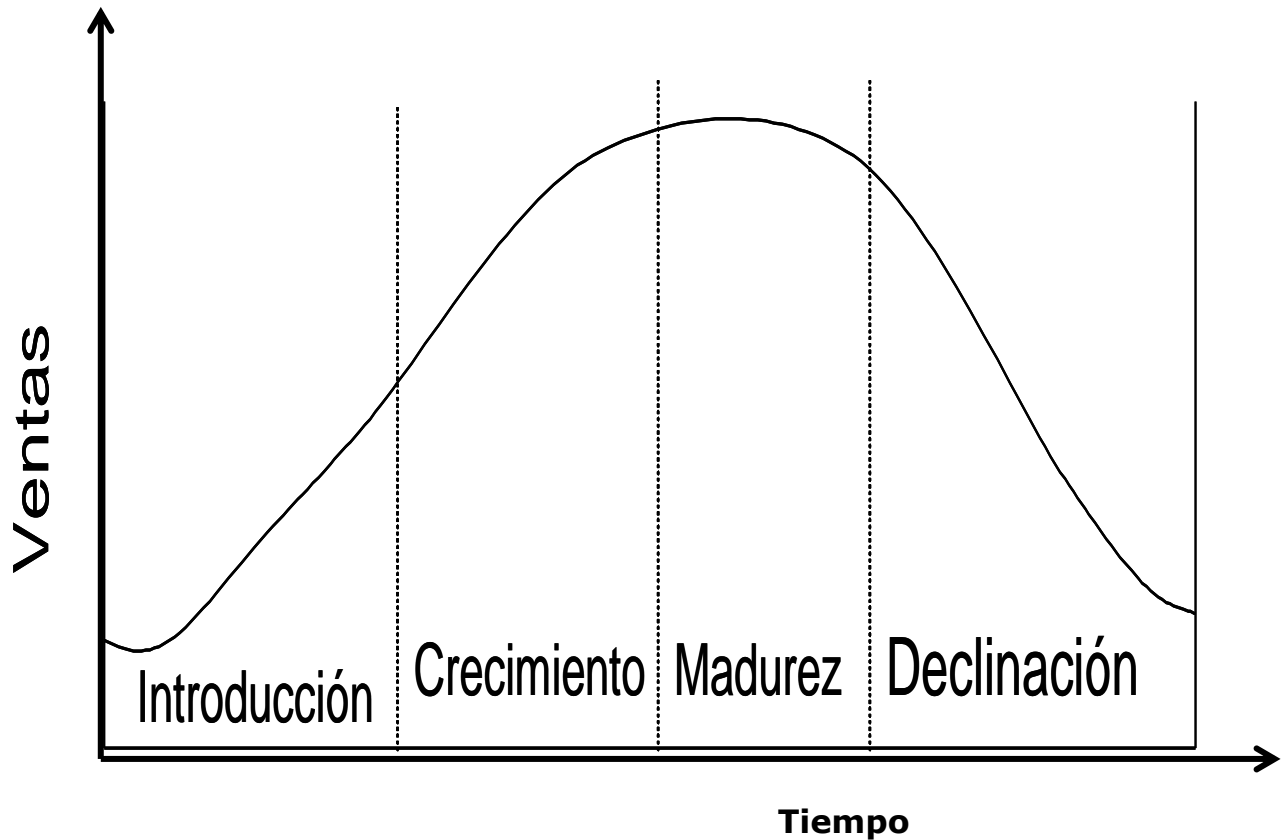
- Análisis anticipado

Antes de comenzar la recolección de datos, deberá planearse la forma como serán analizados con el fin de evitar que resulten inadecuados para probar hipótesis o incapaces de sustentar las acciones que se realizarán.

Cualquier inconveniente descubierto determinará cambios en el cuestionario antes de enviarlo al campo.

La investigación de mercados a lo largo del ciclo de vida de un producto

Las cuatro etapas del ciclo de vida de un producto



ETAPA DE INTRODUCCIÓN: Infancia

La investigación se concentra en:

- ◆ Pruebas de concepto
- ◆ Pruebas de producto
- ◆ Pruebas de nombre
- ◆ Pruebas de empaque
- ◆ Evaluación de comunicación
- ◆ Pruebas de ventas simuladas y mercados de prueba
- ◆ Monitoreo

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

ETAPA DE CRECIMIENTO: Adolescencia

La investigación se concentra en el monitoreo de nuestro producto y de productos competitivos con el propósito de estar alerta a dos tipos de accidentes

- ◆ Éxitos inesperados
- ◆ Fracazos reparables

ETAPA DE MADUREZ: Edad Adulta

La investigación se concentra en encontrar oportunidades, tales como:

- ◆ Extensiones de línea
- ◆ Nuevo posicionamiento
- ◆ Nueva publicidad
- ◆ Nuevo empaque
- ◆ Nuevos usos

ETAPA DE DECLIVE: Vejez

La investigación se concentra en salvar el producto o en tratar de hacerlo.

CAPÍTULO 5. PRINCIPIOS DE ESTADÍSTICA

Jaime Enrique Varela²⁹

Es la ciencia que, por medio del análisis de datos de fenómenos de la humanidad, busca construir modelos y hacer pruebas de hipótesis relacionadas con dichos fenómenos. Una hipótesis es una duda, una inquietud o una curiosidad que queremos investigar.

En nuestra vida hay datos con los que convivimos diariamente y nunca nos preguntamos acerca del comportamiento de los mismos. La historia del comportamiento de los datos, en muchas ocasiones, nos ayuda a interpretar, proyectar o pronosticar lo que podría ocurrir en el futuro. El manejo de los datos por medio de diferentes técnicas estadísticas nos ayuda a entender muchos fenómenos de la vida real.

Para hablar de "estadística", se hace necesaria una recolección previa de datos con su respectivo análisis. Por su parte, es necesaria una cantidad apropiada de datos para obtener un análisis confiable, que es una de las características de un buen estudio estadístico.

Cuando un ingeniero industrial utiliza la palabra "estadística", se refiere a que existe un conjunto de datos que ha recolectado previamente y ha analizado en alguna forma. Cuando hablamos de datos, debemos tener en cuenta que se requieren bastantes datos si queremos tener un análisis que sea "confiable"; esta última palabra es otra de las características de los análisis estadísticos; qué tan confiables son los análisis que hacemos sobre los datos que hemos recolectado.

Si, por ejemplo, quisiéramos conocer la estatura promedio de las mujeres de la universidad de Los Andes, podríamos recurrir al listado de mujeres y medirlas a todas, tarea en la cual emplearíamos mucho tiempo y esfuerzos. Alternativamente, podemos recurrir a seleccionar una "muestra" aleatoria o al azar; es decir, no elegimos sólo a nuestras amigas, sino que elegimos mujeres al azar sin importar su edad o carrera de origen, entre otros. La "muestra" significa que no entrevistamos a todas las mujeres, sino sólo a una parte de ellas para tener una representación del "universo" correspondiente, es decir, de toda la población de mujeres de la universidad.

¿Cuántas mujeres debemos entrevistar? o, ¿Cuál debe ser el tamaño de nuestra muestra? Es una pregunta que puede resolverse con métodos de estadística. Sin embargo, es claro que tomar solamente dos mujeres para nuestra muestra no es adecuado, o tomar 1.000 puede ser exagerado. De todas formas, como se dijo antes, debe ser un número adecuado. Cien o doscientas no sería una mala elección; todo depende del tiempo disponible y la "precisión" que queramos obtener de nuestro "estimador". Estimador es otra

²⁹ Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

de las palabras utilizadas en estadística; el estimador es el valor que obtenemos para responder nuestra pregunta y la "precisión" se refiere a qué tan adecuado es el valor o cifra obtenida. Claramente si nuestra muestra es de sólo dos mujeres, nuestro estimador y su precisión serán bastante malos, mientras que con 100 ó 200 serán mejores.

Podemos hacer el ejercicio de cronometrar el tiempo en minutos que toma venir desde nuestra casa hasta la universidad diariamente y obtendremos valores diferentes todos los días, pero similares entre sí, en el sentido de que todos son muy cercanos. Nuestros tiempos de viaje dependerán de factores como la hora del viaje, puesto que hay más congestión en las horas pico, si llueve o no llueve, pues hay menor velocidad cuando llueve, del tipo de bus que utilizamos, pues bus, buseta y transmilenio tienen tiempos diferentes. Hagan el experimento durante unos 20 días por lo menos, para observar la "variabilidad" de las cifras; esta "variabilidad" es otra de las características de la estadística que se encuentra también en fenómenos como los siguientes:

- **COMPORTAMIENTO DE VENTAS DE UN PRODUCTO:** es algo que adicionalmente tiene el ingrediente de la "estacionalidad", lo que significa que, dependiendo de la época, las ventas son diferentes; No se comportan igual las ventas entre semana que los sábados, domingos o épocas de navidad o vacaciones.
- **FLUCTUACIÓN DEL DÓLAR AMERICANO:** lo vemos en el periódico todos los días. La fluctuación permanente y el interrogante de qué pasará mañana. Muchos fenómenos similares se estudian con las "series de tiempo", es decir, valores que cambian a lo largo del tiempo, sean días, meses o años. Es importante saber que, en muchas ocasiones, la historia pasada no necesariamente es un buen indicador del futuro.
- **DEFECTOS DE FABRICACIÓN (CALIDAD):** en las fábricas no todo lo que se produce es de óptima calidad y generalmente hay un porcentaje de artículos defectuosos que no siempre es el mismo.
- **INCIDENCIA DE ENFERMEDADES:** cambian permanentemente y sólo podemos conocer la historia y tratar de predecir el futuro, pero sin atrevernos a dar cifras exactas, pues nadie es adivino.
- **TALLA vs. EDAD EN NIÑOS:** visiten el consultorio de un médico pediatra y observarán que tiene una gráfica que relaciona la edad en meses de los niños con la estatura que deben tener; lo mismo ocurre con la estatura y el peso. Estas gráficas le ayudan al médico a conocer problemas del desarrollo o desnutrición del niño. Muestran una relación que existe entre dos "variables", la edad y la estatura; es decir, la estatura depende de la edad, así como el peso. Suena lógico, ¿no es verdad? Esta es otra de las informaciones que se buscan en la estadística, la relación entre variables.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO vs. FERTILIZANTES UTILIZADOS:** la productividad de los cultivos depende de la utilización que se haga de fertilizantes y agroquímicos; de la cantidad de urea, potasio y otros minerales. Pero esto no significa que con una cantidad determinada de fertilizantes siempre obtengamos la misma cantidad de toneladas por hectárea; influyen muchos otros "factores". Esto nos lleva a otra de las ramas de la estadística, el "diseño de experimentos", donde se hacen varios "experimentos" con diferentes cantidades de cada factor, para observar los cambios en la productividad y, posteriormente, seleccionar la mejor combinación de los factores. Es claro que hay factores que podemos controlar y otros como el estado del tiempo que se encuentran fuera de nuestro alcance.
- **PROBABILIDAD DE RIESGO EN EL PARTO vs. CARACTERÍSTICAS DE LA MUJER:** no todos los embarazos son felices. En algunos, hay riesgos durante el parto. ¿Cómo averiguarlo? Observando las características de miles de partos con las características clínicas de la mujer y separando las que presentaron complicaciones de las que tuvieron un parto normal. Posteriormente utilizando otra técnica estadística que nos permita "discriminar" entre los dos grupos: con y sin riesgo. Encontraremos una serie de variables que con unos valores nos pueden dar una indicación de que el parto puede tener riesgo.
- **ANÁLISIS ELECTORALES:** Cada vez que se avecinan las elecciones, la televisión nos muestra los resultados del porcentaje de votos que tiene cada uno de los candidatos. Lo sorprendente, si nos fijamos bien, es que estas predicciones se hacen con preguntas formuladas a 500 ó 1.000 personas en todo el país. Esta es otra de las áreas que se estudia en la teoría del muestreo; es decir, hay toda una ciencia estadística que permite calcular el tamaño de una muestra representativa y confiable.
- **ESTUDIOS DE MERCADEO Y PROBABILIDAD DE COMPRA:** es lo que usualmente hace un fabricante para conocer la intención de compra en relación con sus productos. Averigua, por medio de encuestas, la opinión de sus consumidores potenciales. El ingeniero industrial debe apoyarse en las encuestas de mercadeo para muchos propósitos de los productos o servicios que ofrece.
- **CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS HOGARES:** la cantidad mensual de kilovatios que consume un hogar se encuentra relacionado con el área en metros cuadrados de la vivienda, la cantidad de bombillos, la cantidad de equipos eléctricos, la cantidad de personas, el clima de la ciudad y podríamos enumerar otras variables que pueden tener incidencia en el consumo de energía eléctrica.

El fin último del análisis estadístico es realizar pruebas de "hipótesis". Una hipótesis es una duda que se quiere resolver obteniendo los datos necesarios para aceptarla o rechazarla. De los ejemplos anteriores podrían proponerse las siguientes:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Los niños de cierta edad con poco peso se encuentran desnutridos.
- Con esta cantidad de fertilizante la producción será mayor de siete toneladas por hectárea.
- Al hacer publicidad en televisión se obtendrán mayores ventas.
- Las mujeres de la universidad de Los Andes tienen menor estatura que los hombres de la universidad.
- El tiempo de viaje en Transmilenio desde mi casa a la universidad es de menor duración que en buseta.

Las hipótesis que uno plantea deben ser lógicas y obedecer al fenómeno que se estudia o se desea verificar.

Estadística descriptiva

Cualquier análisis estadístico debe comenzar con lo que se denomina la "estadística descriptiva", esto es, las herramientas que describen el comportamiento de nuestros datos. Un ejemplo sencillo ha sido utilizado con sus propios datos. He preguntado a los estudiantes en la clase aspectos muy sencillos como los siguientes:

- Sección del curso a la que usted pertenece.
- Su sexo
- Su estatura en centímetros
- Su peso en kilogramos
- Su resultado en el examen del ICFES (pruebas del bachillerato) en porcentaje
- Horas de tiempo que dedica al estudio de este curso semanalmente
- Dinero que recibe de sus padres para gastos semanales (comida, transporte, diversión, útiles)
- Metros cúbicos de agua que se consumen en su vivienda y muchos otros.
- Kilovatios mensuales de energía eléctrica en su vivienda
- Horas de tiempo que dedica en la semana a ver televisión

Este ejercicio con cifras tan sencillas nos ayudan a comenzar a entender los usos de la estadística. Los resultados que se presentan a continuación corresponden a los datos suministrados por una de estas clases, e ilustran lo que podemos hacer con la estadística descriptiva y algunas de las hipótesis que se pueden plantear sobre los datos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Se plantean varias hipótesis un poco "traídas de los cabellos", pero que quizás podamos rechazar con los datos obtenidos, para comenzar a conocer como nos puede ayudar la estadística en nuestra vida cotidiana y, más adelante, en nuestra vida profesional.

Usualmente, cuando planteamos una hipótesis, los libros lo indican de la siguiente forma:

Ho: La estatura de hombres y mujeres en este curso es la misma.

Esta hipótesis se conoce con el nombre de la "hipótesis nula". Otras hipótesis que pueden formularse a partir de los datos obtenidos son las siguientes:

- Los "gordos" gastan más dinero semanalmente.
- El puntaje del ICFES aumenta con los kilos de peso
- Las mujeres de mi sección reciben muy poco dinero de sus papis. Son las pobres del curso.
- Los más altos son flacos
- Quienes han viajado al exterior gastan más dinero semanalmente

Una vez que tenemos nuestros datos, podemos procesarlos con un programa de computador como IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Lo primero que debemos obtener son tablas básicas que muestren cómo se encuentra nuestra información. Una primera instrucción es solicitar el cálculo de los valores promedios de nuestras variables o datos, lo que se muestra a continuación:

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Estatura cms	161	150	197	169.01	8.71
Peso Kgms	159	40	92	58.76	9.49
Gastos semanales \$	162	10000	300000	64641.98	32869.33
ICFES porcentaje	160	48.0	70.0	55.853	3.874
Valid N (listwise)	156				

Cuadro 1. Tabla básica

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Observamos que en la columna "N" número de datos, no todos son 162; esto ocurre debido a que hubo personas que no contestaron todas las preguntas o contestaron un valor absurdo, por ejemplo, indicar que sus gastos semanales son de \$50; posiblemente querían decir \$ 50.000, pero eso implicaría preguntar de nuevo al "sujeto" que escribió esa barbaridad qué quiso decir. Es mejor entonces desechar ese dato. Usualmente, en las encuestas se presentan esas situaciones de "datos faltantes" (missing values), que deben contemplarse como tales para no perder el resto de información de la encuesta; a veces la gente se rehúsa a contestar una pregunta o son preguntas que no se aplican a su situación.

También se observa el valor mínimo y el máximo lo que nos ayuda a ver si existen problemas con los datos.

La tabla muestra una columna con "Std. Deviation"; conocida como la "desviación estándar," que mide la dispersión de los datos con respecto al promedio. En muestras grandes, usualmente con 3 de estas desviaciones hacia arriba y hacia abajo del promedio, se cubre todo el rango de la población.

Hay una metodología de control de calidad últimamente en boga, que se conoce con el nombre de "Seis Sigma" y que busca cero defectos en la producción, de ahí su nombre³⁰. En lugar de utilizar tres desviaciones estándar para los rangos de un producto, se busca que el rango del producto se encuentre dentro seis desviaciones por encima y por debajo. De ahí el nombre de "Seis Sigma".

Se puede ver en la tabla que la variable "gastos semanales" tiene una desviación muy alta, pues parece haber mucha dispersión; de hecho alguien contestó \$10.000 pesos y otro \$ 300.000. Estas cifras en ocasiones parecen sospechosas, pero se trata de lo que la gente contestó. Son valores extremos también conocidos como "outliers".

Parte de la tabla de distribución de frecuencias de la estatura puede verse enseguida:

³⁰ Para mayor información referirse al capítulo "Calidad: su evolución."

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	150	1	.6	.6	.6
	152	1	.6	.6	1.2
	153	3	1.9	1.9	3.1
	154	4	2.5	2.5	5.6
	155	2	1.2	1.2	6.8
	156	5	3.1	3.1	9.9
	157	4	2.5	2.5	12.4
	158	3	1.9	1.9	14.3
	159	4	2.5	2.5	16.8
	160	3	1.9	1.9	18.6
	161	1	.6	.6	19.3

	180	11	6.8	6.8	93.8
	181	2	1.2	1.2	95.0
	182	1	.6	.6	95.7
	183	2	1.2	1.2	96.9
	184	1	.6	.6	97.5
	185	1	.6	.6	98.1
	188	1	.6	.6	98.8
	189	1	.6	.6	99.4
	197	1	.6	.6	100.0
	Total	161	99.4	100.0	
Missing	System	1	.6		
Total		162	100.0		

Cuadro 2. Distribución de frecuencias

En primer lugar se tiene el valor del dato de estatura, luego la frecuencia o cantidad de veces que aparece el dato o cantidad de personas con esa estatura, luego el porcentaje de personas con esa estatura incluyendo los valores faltantes o personas que no contestaron, luego el porcentaje sin incluir los datos faltantes y por último los porcentajes acumulados; es decir, ir sumando los porcentajes individuales hasta obtener el 100 %.

Cuando tenemos muchos valores posibles, la longitud de esta tabla puede ser grande, por lo que vale la pena agrupar los valores para mayor facilidad de lectura. Esto se puede hacer con una instrucción del IBM SPSS conocida como "recodificar". Por ejemplo, presentar los datos en intervalos de 10 cm; 130 a 140, 141 a 150, etc.

También se obtiene una gráfica que muestra la dispersión de los datos organizados en intervalos y que se conoce como "histograma de frecuencias". Aquí se puede observar una curva superpuesta conocida como la "distribución normal". Ésta tiene un promedio y una desviación estándar que se bautizan como: (μ, σ)

La distribución Normal es de gran utilización en muchos fenómenos de la humanidad y es fácil de identificar cuando se tienen muestras de tamaño grande, 100, 200 datos pueden ser suficientes para comenzar a ver esta tendencia.

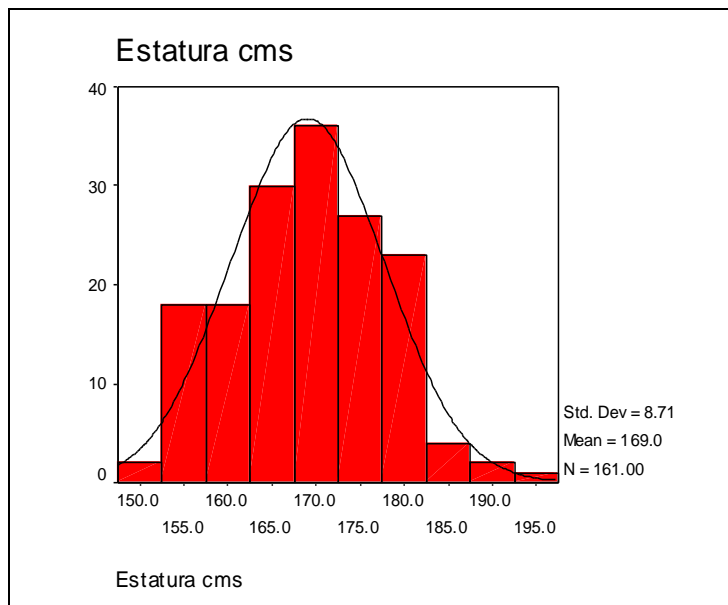


Figura 3. Histograma de las frecuencias de las estaturas

En esta gráfica y en la siguiente, que muestra el peso en kilogramos, no se ha hecho una diferencia entre hombres y mujeres; se trata de la gráfica que incluye a todos los alumnos del curso. La gráfica también nos indica el valor del promedio, la desviación estándar y la cantidad de casos utilizados en los cálculos.

Se nota en ambas gráficas que no son simétricas, existe un sesgo hacia la izquierda; más bajitos que altos, más "flacos" que "gordos".

Estos histogramas, distribuciones de frecuencia o también "distribuciones de probabilidad" se presentan en toda clase de formas; sesgo hacia la izquierda, hacia la derecha, en punta, aplanadas, etc. Todo tiene su nombre y significado en estadística. Con base en la tabla anterior podemos decir que el 19.3 % mide menos de 161 centímetros. Si fuese una muestra representativa de toda la universidad, nos atreveríamos a decir: "la probabilidad de que un estudiante mida hasta 161 centímetros es de 0.193".

En estas tablas que deben obtenerse como nuestro primer ejercicio, es fácil encontrar los posibles problemas o errores que tienen los datos.

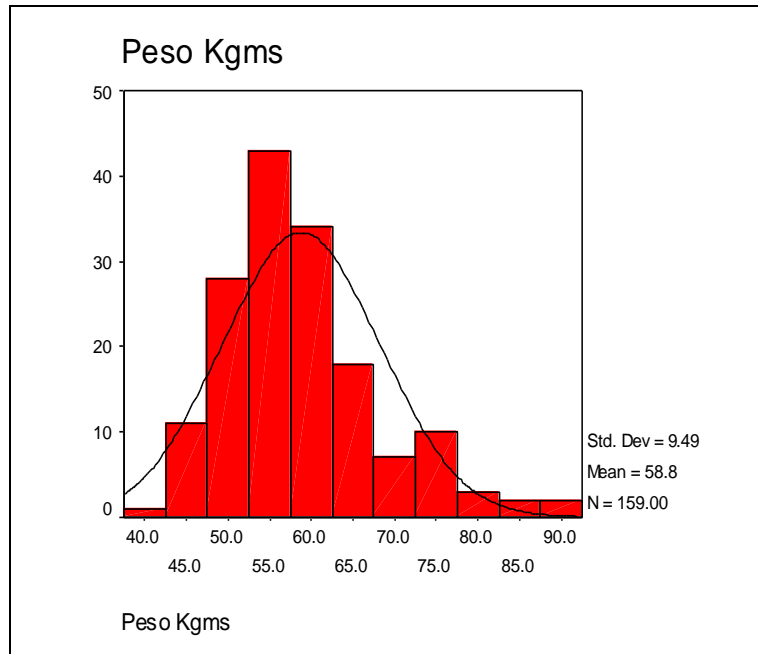


Figura 4. Histograma de las frecuencias de los pesos

La distribución de acuerdo al sexo se muestra enseguida; note que hubo dos estudiantes que no se fijaron en las preguntas y no contestaron la pregunta relativa al sexo. Es imposible adivinar quiénes fueron, pues en las respuestas no se pidió el nombre. Además, hay nombres de los cuales no se puede inferir si su portador es un hombre o una mujer. Estos son inconvenientes que siempre se encuentran en el proceso de recolección de datos.

Sexo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Masculino	76	46.9	47.5	47.5
	Femenino	84	51.9	52.5	100.0
	Total	160	98.8	100.0	
Missing	System	2	1.2		
Total		162	100.0		

Cuadro 3. Distribución de acuerdo al sexo

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

En la tabla siguiente se muestran las frecuencias de los gastos semanales reportados por los estudiantes. Puede notarse que hay una gran variabilidad o dispersión entre los mismos.

GASTOS SEMANALES EN PESOS

Valor	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
10000	2	1.2	1.2	1.2
20000	4	2.5	2.5	3.7
25000	3	1.9	1.9	5.6
30000	10	6.2	6.2	11.7
32000	1	.6	.6	12.3
35000	2	1.2	1.2	13.6
40000	11	6.8	6.8	20.4
45000	3	1.9	1.9	22.2
50000	40	24.7	24.7	46.9
60000	22	13.6	13.6	60.5
65000	3	1.9	1.9	62.3
70000	10	6.2	6.2	68.5
75000	7	4.3	4.3	72.8
80000	9	5.6	5.6	78.4
90000	5	3.1	3.1	81.5
100000	24	14.8	14.8	96.3
120000	2	1.2	1.2	97.5
150000	2	1.2	1.2	98.8
170000	1	.6	.6	99.4
300000	1	.6	.6	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Cuadro 4. Frecuencias de los gastos semanales

También se tiene el valor de \$ 50.000, el de mayor frecuencia; este se conoce como la **moda**. La gráfica correspondiente, pequeña, no es adecuada. Posteriormente se muestra eliminando algunos de los valores extremos.

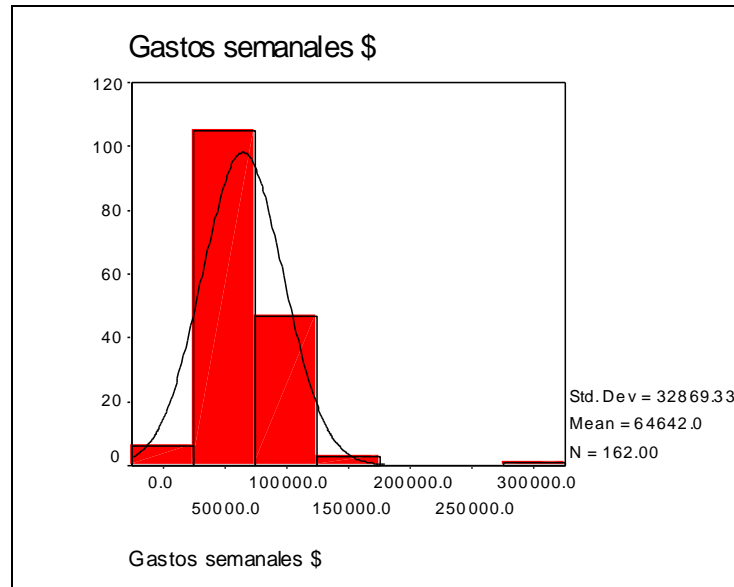


Figura 5. Histograma de las frecuencias de los gastos semanales

Los puntajes obtenidos en el ICFES muestran una distribución más simétrica alrededor del promedio.

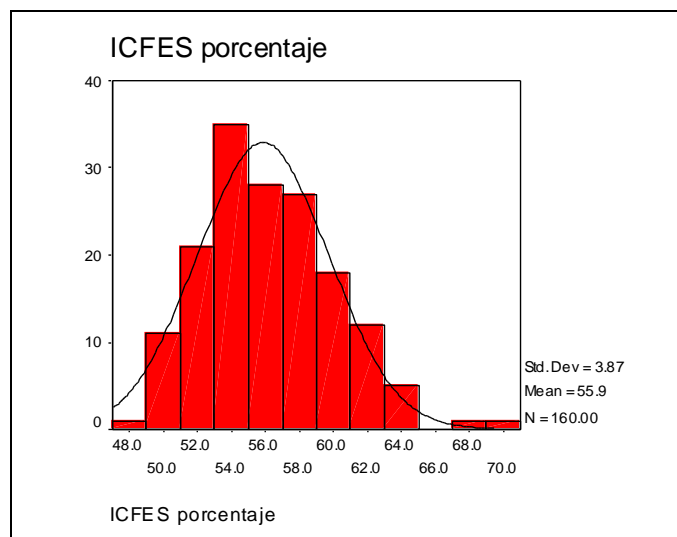


Figura 6. Histograma de las frecuencias de los puntajes en el ICFES

Al eliminar de la tabla de gastos los dos últimos valores, se obtiene la gráfica que presentamos a continuación. Ha mejorado la apariencia pero la información sigue dispersa; es decir, con una desviación estándar grande.

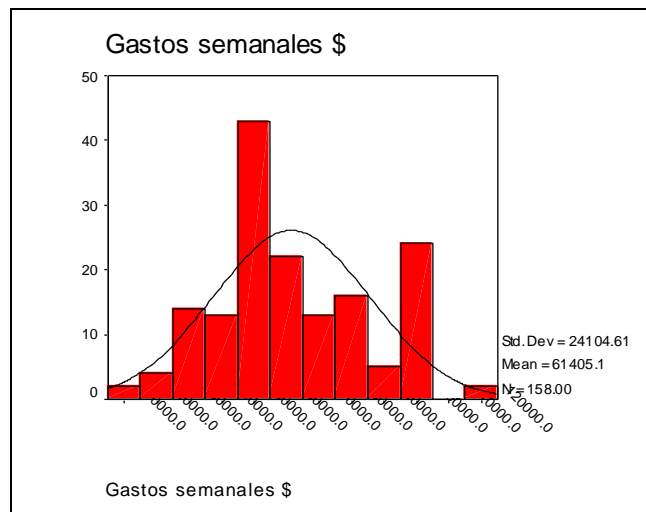


Figura 7. Histograma de las frecuencias de los gastos semanales sin los últimos dos valores

Pruebas de hipótesis

Sin entrar en el terreno de la matemática necesaria para hacer pruebas de hipótesis, con ayuda de las tablas siguientes podemos intentar responder algunas de las preguntas formuladas antes.

Esta tabla muestra que hay diferencias de estatura entre los hombres y las mujeres del curso. ¿Podríamos también decir que las estudiantes de la sección de Catalina tienen mayor estatura que las de la sección de Wilson? La primera afirmación parece ser correcta y la segunda no. Sin embargo, para poderlo afirmar estadísticamente, debemos hacer la prueba de hipótesis correspondiente; es decir, con el promedio obtenido no es suficiente para las pruebas de hipótesis.

	Masculino	Femenino	
	Estatura cm.	Estatura cm.	
Sección			Total Grupo
Jaime Enrique	177	164	169
Nestor	175	164	169
Wilson	174	161	167
Catalina	177	165	172
Total Grupo	176	163	169

Cuadro 4. Estatura promedio en las secciones

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

En la tabla del peso también hay diferencias y podríamos hacernos preguntas similares a las formuladas antes.

	Masculino	Femenino	
	Peso Kg.	Peso Kg.	
Sección			Total Grupo
Jaime Enrique	67	54	60
Nestor	62	53	57
Wilson	63	54	58
Catalina	67	55	62
Total Grupo	64	54	59

Cuadro 5. Peso promedio en las secciones

En esta tabla se puede hacer la pregunta de si los estudiantes de la sección de Catalina son los "gordos" del curso. De nuevo, hay diferencias en los promedios, pero hace falta mirar cuál es la desviación estándar y la prueba de hipótesis respectiva.

En otras palabras, el promedio es una indicación o parámetro de nuestros datos, pero no la descripción total de la población. La tabla siguiente muestra los promedios de los gastos en la misma forma.

Parece que no hay muchas diferencias entre los dos sexos. Pero ¿son las mujeres de la sección de Wilson las "platudas" y las de la sección 1 las "pobres"?

	Masculino	Femenino	
	Gastos semanales \$	Gastos semanales \$	
Sección			Total Grupo
Jaime Enrique	\$63,824	\$54,167	\$58,171
Nestor	\$61,421	\$61,522	\$61,476
Wilson	\$62,941	\$65,278	\$64,143
Catalina	\$61,667	\$64,615	\$62,903
Total Grupo	\$62,423	\$60,641	\$61,490

Cuadro 6. Gastos semanales promedio en las secciones

Al apoyarnos en gráficas, se pueden observar mejor las diferencias. La gráfica siguiente, muestra la relación de peso y estatura diferenciada por sexos. Las mujeres, en promedio, miden menos, pesan menos y hay una tendencia lineal entre estatura y peso, lo cual es lógico.

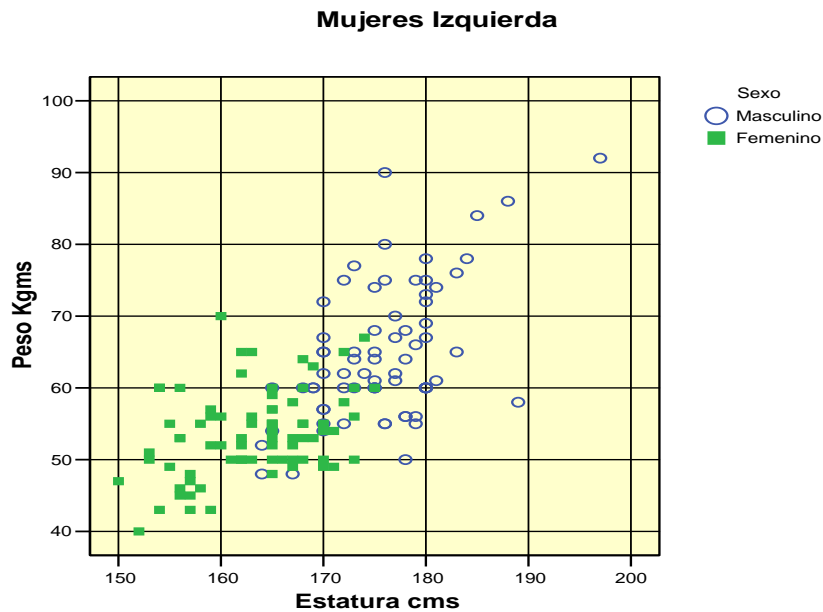


Figura 8. Relación peso- estatura

Otra de las hipótesis del comienzo preguntaba acerca de la relación posible entre el puntaje del ICFES y el peso en kilogramos. En la gráfica siguiente podemos observar la respuesta, pues no existe una relación aparente; es decir, obedece a la lógica. En otras palabras “no tienen nada que ver”.

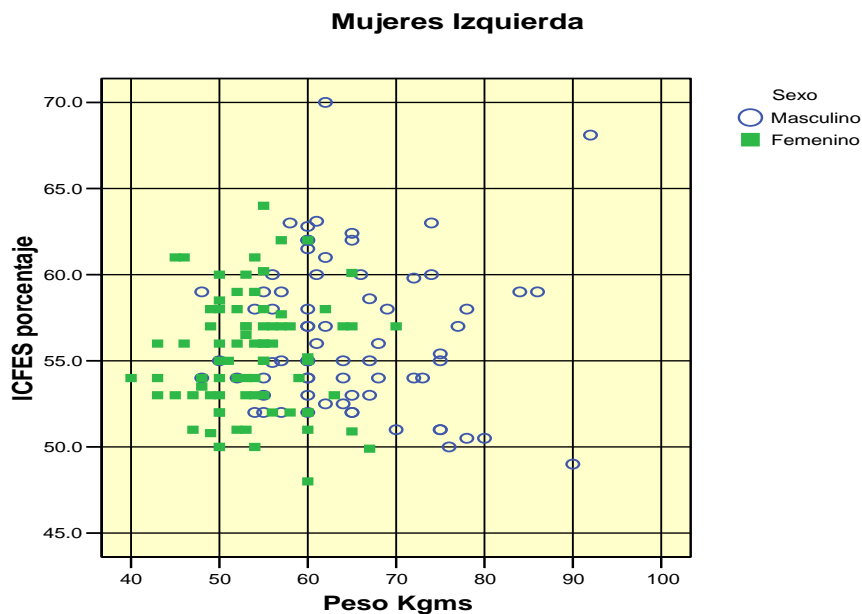


Figura 9. Relación Puntaje obtenido en el ICFES- peso

Queremos saber si los gordos son los más adinerados. Parecería lógico pensar que un gordo requiere gastar más en comida. La gráfica siguiente muestra esta situación:

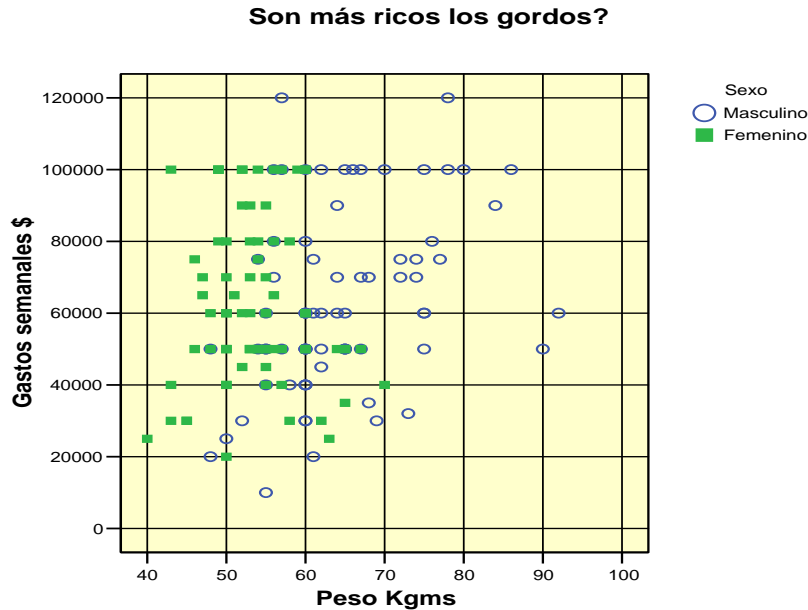


Figura 10. Relación gastos semanales- peso

Tampoco parece haber evidencia para "aceptar" esta hipótesis, por lo que nos vemos inclinados a rechazarla.

A continuación se presentan varias gráficas con las características mencionadas, pero distinguiendo entre los sexos para obtener una mejor información.

La gráfica de la relación entre peso y estatura nos muestra una posible tendencia de incremento lineal; es decir, a mayor estatura, mayor peso y por cada centímetro de estatura se tienen unos gramos adicionales de peso. Esta relación puede explorarse en estadística con la técnica de la "regresión lineal" que busca encontrar la ecuación de la recta que produce este fenómeno. En ocasiones se tienen más de dos variables, una de las cuales es la variable que se desea explicar o variable "dependiente" y las otras son las que buscan explicarla y se denominan claramente, las "independientes".

Como conclusión, sin haber entrado en las expresiones matemáticas que se requieren en el análisis estadístico, se ha mostrado la forma en que la estadística descriptiva nos puede ayudar en el análisis de los datos que tengamos sobre algún fenómeno de la vida real.

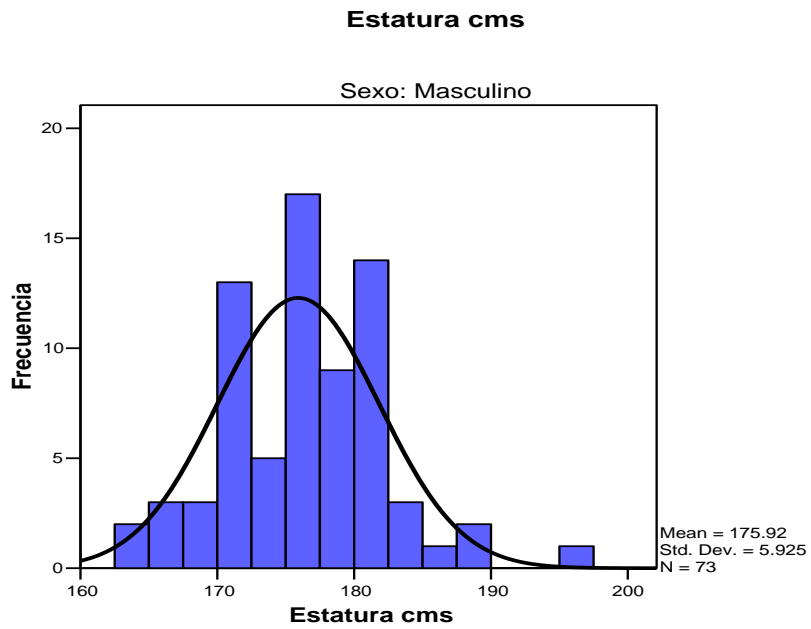


Figura 11. Histograma de las frecuencias de la estatura en los hombres

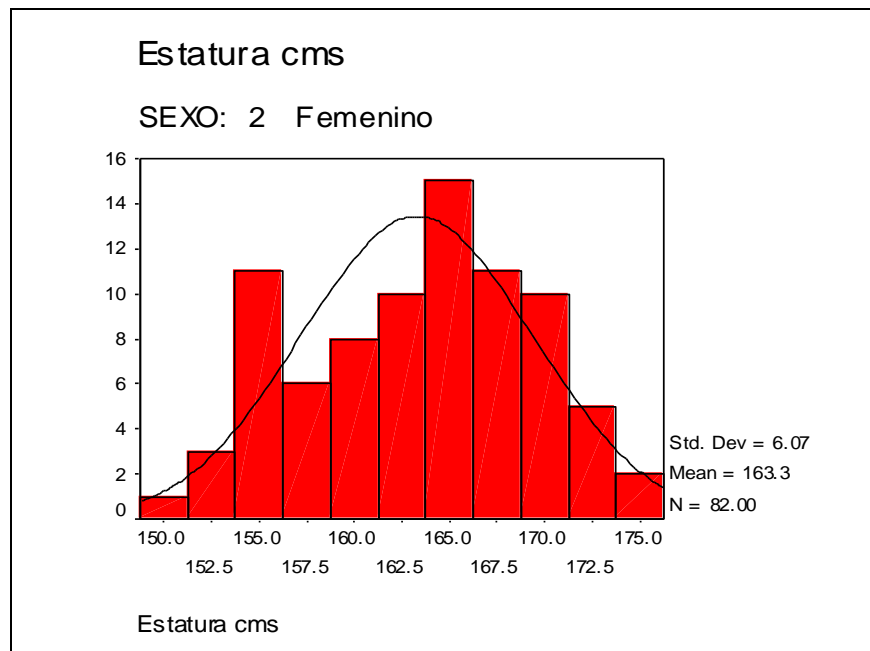


Figura 12. Histograma de las frecuencias de la estatura en las mujeres

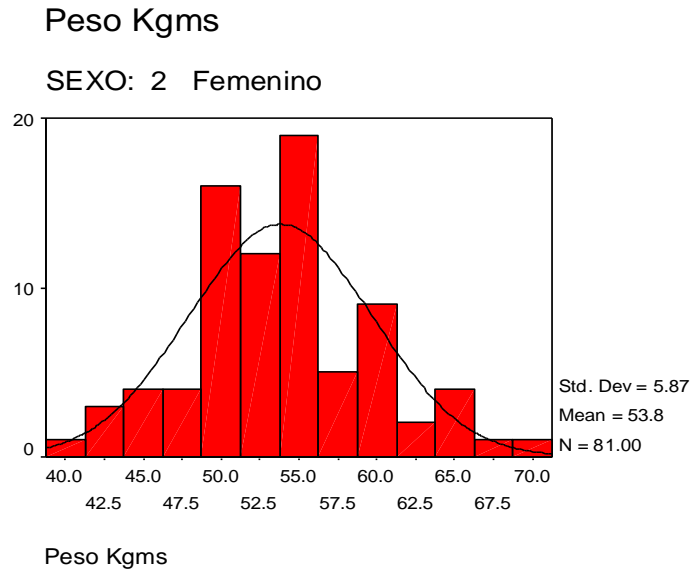


Figura 13. Histograma de las frecuencias del peso en las mujeres

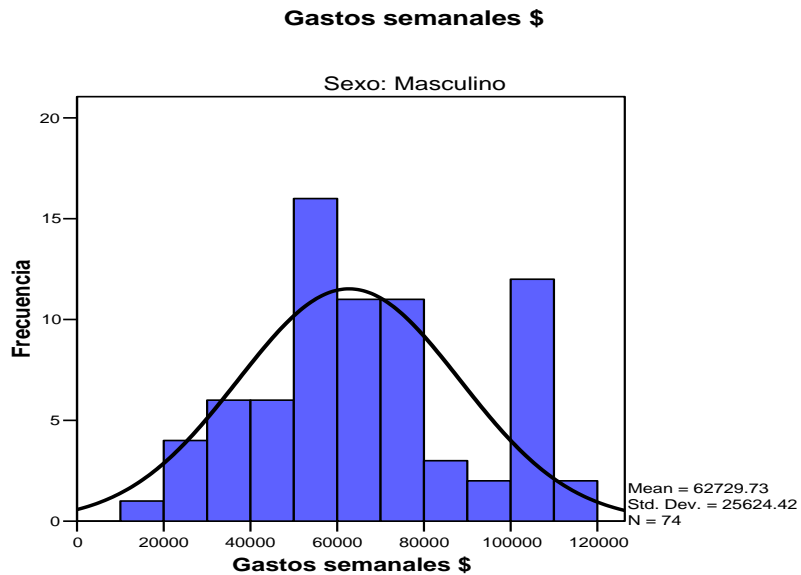


Figura 14. Histograma de las frecuencias de los gastos semanales en los hombres

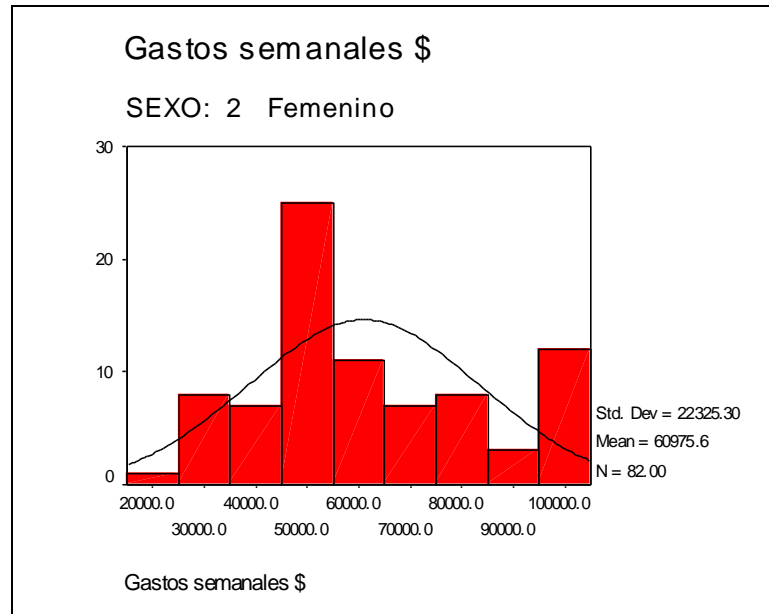


Figura 15. Histograma de las frecuencias de los gastos semanales en las mujeres

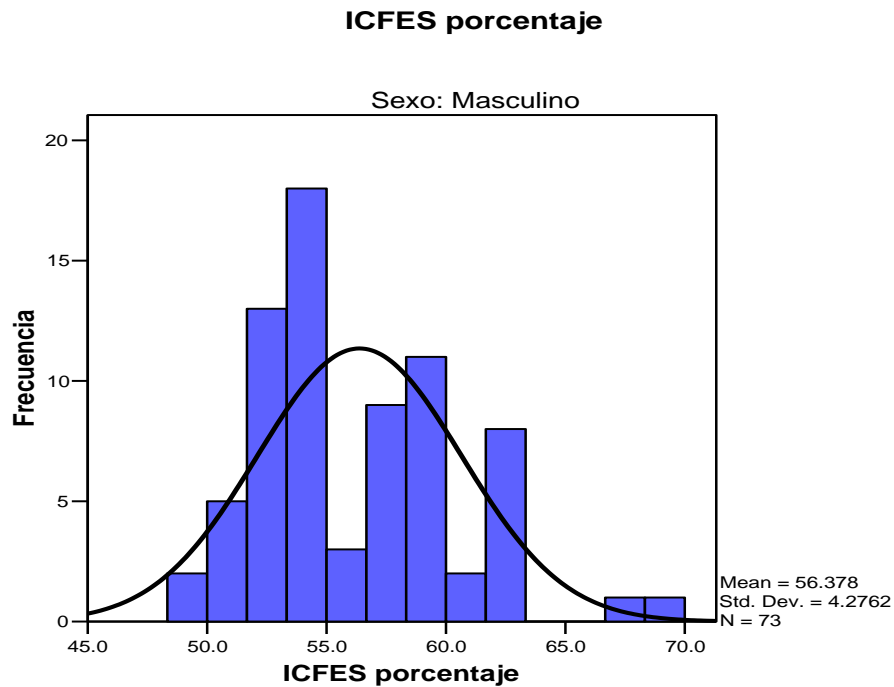


Figura 16. Histograma de las frecuencias de los puntajes obtenidos en el ICFES por los hombres

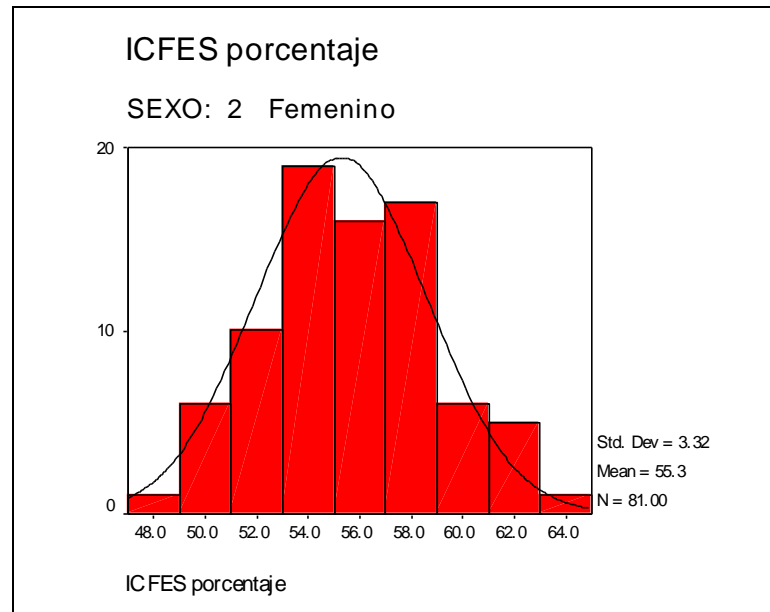


Figura 17. Histograma de las frecuencias de los puntajes obtenidos en el ICFES por las mujeres

Muestreo:

Al comienzo se hizo mención a las “muestras” de la población como un recurso para no tener que examinar el universo de datos completo. En muchas ocasiones por cuestiones de tiempo y disponibilidad de recursos es prácticamente imposible examinar toda la información de la población que se quiere estudiar, de ahí que se recurre al muestreo. Uno de los libros clásicos de muestreo es el de Kish³¹.

Al hablar de muestreo existen una serie de términos que usualmente se utilizan y son los siguientes:

- **Población:** que ha sido mencionada en este capítulo, se refiere a los sujetos o individuos que conforman el grupo que queremos estudiar. Por ejemplo: los niños menores de un año en Bogotá
- **Estrato:** se refiere a un subconjunto o segmento de la población. Por ejemplo los niños de sexo masculino. No debe confundirse con el uso de la palabra que se tiene en Colombia para referirse a estratos sociales.
- **Caso:** cada miembro de la población es un elemento o un caso

³¹ Kish, Leslie. Survey Sampling, Jhon Wiley Sons.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **Representatividad:** se refiere al grado de precisión de la muestra al reflejar las características de la población.
- **Marco de Muestreo:** se refiere a la lista de la población que conforma la población, si esto es posible. Por ejemplo: la lista de clientes de un banco, la lista del directorio telefónico.

Al hablar de muestras en forma implícita hablamos de la probabilidad de muestreo; es decir, la probabilidad de que un individuo o caso sea incluido en la muestra. Hay tres métodos de muestreo que son los más sencillos y más utilizados; estos son:

- **Muestreo Aleatorio Simple:** Por medio de la selección aleatoria de los miembros de la población; es como si colocáramos la lista de individuos en una bolsa y comenzamos a obtener los nombres de los elegidos en la muestra. Hacer esto puede ser tedioso o molesto, por lo que se puede utilizar un programa de computador que nos haga la selección. El SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) obtiene un muestra aleatoria simple en la cual especificamos cual es la fracción de muestreo que queremos, por ejemplo 1 %. Con la hoja electrónica Excel, podemos utilizar la función @ALEATORIO para generar números aleatorios y en esta forma seleccionar los casos de la lista.
- **Muestreo Sistemático:** es una pequeña variación del anterior que facilita la toma de la muestra; por ejemplo, tomar el nombre de la esquina superior derecha de cada página del directorio telefónico, Al recorrer un barrio, tomar la segunda casa siguiente a cada esquina; tomar los primeros dos números de una lotería y posteriormente elegir nombres cada 50 de la lista; es decir, en forma sistemática vamos seleccionando los casos, siempre y cuando esto no produzca un sesgo en la muestra.
- **Muestreo Estratificado:** consiste primero en definir unos estratos para la población y posteriormente seleccionar los casos aleatoriamente de cada estrato. Por ejemplo, definir los estratos de acuerdo al grado de educación de las personas y su sexo: se tendrían varios estratos. Otros estratos pueden ser: Universidad en la cual obtuvo el grado profesional; marca de cerveza que consume y en fin toda clase de clasificaciones de la población del universo que queramos estudiar. El propósito es tomar la muestra aleatoria de tal forma que todos los estratos queden representados. Cuantos casos seleccionar de cada estrato es un cálculo que puede realizarse con el apoyo de la estadística y que no es el objeto de este capítulo.

Series de tiempo

Otra área de la estadística es el estudio de Series de Tiempo; estas series se presentan en muchas situaciones como vemos en la gráfica siguiente:

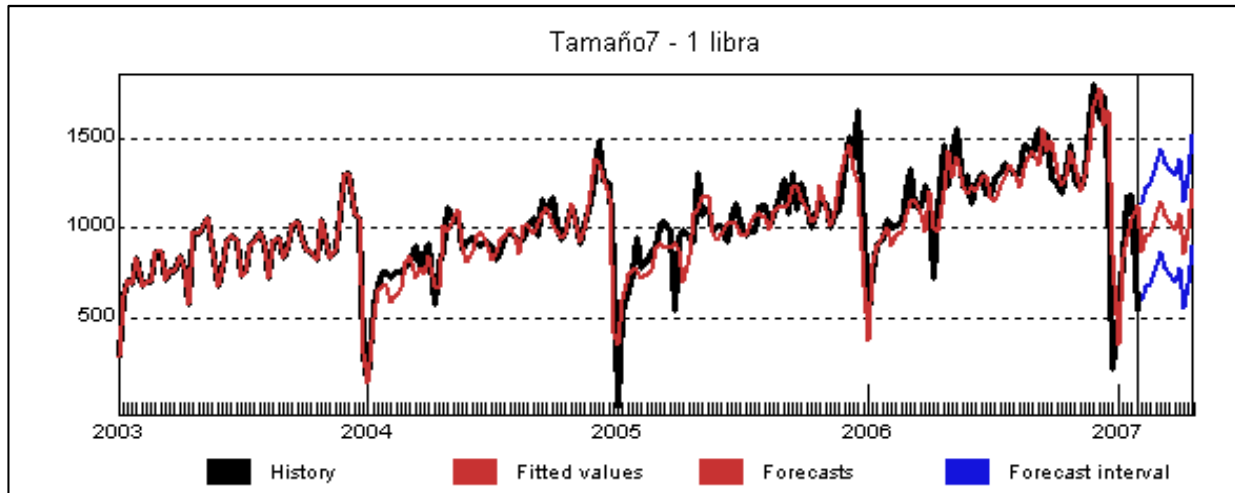


Figura 18. Serie de tiempo de las ventas de ponqués de una libra

Las series de tiempo abundan en nuestra vida diaria, pues hay multitud de fenómenos que van cambiando con el tiempo tales como:

- Precio diario del dólar
- Cantidad mensual de nacimientos en una ciudad
- Ventas mensuales de vehículos
- Series relacionadas con ventas diarias, mensuales o anuales de algún producto
- Cantidad de pasajeros movilizados en un aeropuerto
- Volumen de créditos mensuales otorgados en un banco

Se podrían enumerar una multitud de otras series; en muchos casos, como se observa en la figura anterior, se tienen dos componentes de importancia:

- **La estacionalidad:** que muestra meses con un número alto de ventas y meses con un número bajo de ventas y este ciclo se repite todos los años
- **El crecimiento:** que muestra la tendencia o crecimiento de las ventas a lo largo de los años.

El estudio de las series de tiempo se hace con el propósito de realizar pronósticos; es decir, calcular cuales pueden ser los valores futuros de la serie de tiempo, lo cual permite realizar planes para anticiparnos a lo que puede llegar a ocurrir. Esto en cierta forma implica que el futuro muy posiblemente se puede repetir o replicar en el futuro.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Los métodos para el estudio de las series de tiempo son muy variados, desde algunos que utilizan metodologías sencillas hasta otros que utilizan herramientas muy sofisticadas.

Diseño de experimentos

Esta es otra área de la estadística de las muchas que existen; consiste en realizar experimentos con el propósito de investigar el efecto que producen unos "factores" en los resultados del mismo; la medicina y la agricultura han sido pioneros en esta materia y recientemente en el área de Producción se viene realizando estos experimentos estadísticos. Dentro de los problemas que pueden ser objeto de análisis en el diseño de experimentos se pueden mencionar unos ejemplos de los miles que existen como los siguientes:

- Cuál es el efecto en un cultivo de papa que tiene diferentes cantidades de abono con fósforo y abono con potasio ?
- Que efecto en pacientes asmáticos tienen dos drogas con inhalador ?
- Es cierto que el Omega 3 disminuye el riesgo de ataques al corazón³² ?
- Como se pueden obtener semillas resistente a las plagas ?
- Cuales cambios de maquinaria y materia prima me producen una mayor productividad en la planta ?
- Como puedo ensayar varias marcas de llantas para vehículo para mirar su durabilidad con pocos vehículos ?

Un ejemplo de un diseño se muestra en la tabla siguiente donde se han colocado niveles del factor Fertilizante con Potasio y Fertilizante con Fósforo en la productividad de un cultivo de papa por ejemplo. Se ha incluido una fila y una columna para indicar que no se utiliza fertilizante en ambos casos. Por ejemplo el valor X23 significa un nivel BAJO de fertilizante con Fósforo y un nivel ALTO de fertilizante con Potasio. BAJO y ALTO son cantidades de fertilizante. En este caso se tienen 9 combinaciones lo que quiere decir que tendríamos que cultivar en 9 lotes para medir la producción de papa en toneladas de cada combinación. Por medio de técnicas estadísticas podemos medir los efectos que tienen estos fertilizantes para llegar a la mejor combinación. Para una mejor precisión se pueden cultivar 18 lotes o 27 lotes para tener dos o tres observaciones de cada combinación.

³² <http://healthland.time.com/2012/09/12/omega-3-supplements-dont-lower-heart-disease-risk-after-all/>, consultado en Octubre 2013

		POTASIO		
		SIN	BAJO	ALTO
FÓSFORO	SIN	X11	X12	X13
	BAJO	X21	X22	X23
	ALTO	X31	X32	X33

Cuadro 7. Tabla de combinaciones de los dos factores

El caso anterior de considerar lotes que no utilizan fertilizante se conoce también como el "grupo de control", pues permite comparar el no hacer nada, con el hacer algo. En medicina se utiliza con frecuencia, pues se define un grupo de control al cual no se le administra droga o se le administran pastillas de azúcar simulando la droga; en este caso, las pastillas de azúcar se conocen como el "placebo".

PROBLEMA

Con el fin de analizar la estatura de los estudiantes de la Universidad de los Andes se tomó una muestra de 20 datos por género de la población uniandina. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Estatura de las mujeres (en centímetros):

153	160	154	158	161	157	161	163	150	161
159	169	166	154	164	161	168	159	161	160

Estatura de los hombres (en centímetros):

161	174	173	176	167	184	179	168	172	185
180	172	169	167	177	165	172	178	183	163

A partir de la información mostrada anteriormente:

1. Defina una hipótesis inicial de análisis.
2. Construya los intervalos y la distribución de frecuencias de cada género. Tenga en cuenta que se desean agrupar los datos en cinco (5) intervalos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

a) Calcule el ancho de cada intervalo:

$$\text{Ancho} = \frac{\text{Valor M\u00e1ximo} - \text{Valor M\u00ednimo}}{\text{N\u00famero de Intervalos}}$$

Ancho intervalos (mujeres): _____

Ancho intervalos (hombres): _____

b) Calcule la frecuencia absoluta, relativa y acumulada para cada g\u00e9nero en las siguientes tablas:

c) Repita los dos pasos anteriores juntando las dos muestras, que diferencias observa.

- Frecuencia absoluta = cantidad de observaciones en el intervalo
- Frecuencia relativa = porcentaje de estas observaciones
- Frecuencia acumulada = suma de los porcentajes anteriores para llegar al 100%.

Mujeres:

	Intervalo	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
1				
2				
3				
4				
5				

Hombres:

	Intervalo	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
1				
2				
3				
4				
5				

3. Realice un histograma para el grupo de datos de cada g\u00e9nero utilizando la frecuencia absoluta calculada en el numeral anterior e igual para las dos poblaciones juntas.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

4. Encuentre la media muestral, mediana y moda para cada género y repita con las poblaciones unidas.

	Media muestral	Mediana	Moda
Mujeres			
Hombres			

5. Encuentre la varianza muestral y la desviación estándar para cada género y con las poblaciones unidas.

	Varianza muestral	Desviación estándar
Mujeres		
Hombres		

6. Argumente si se debe aceptar o rechazar la hipótesis, y comente sobre los resultados obtenidos de las medidas de tendencia central y dispersión.

CAPÍTULO 6. SISTEMAS PRODUCTIVOS Y GESTIÓN LOGÍSTICA

Néstor A. Jiménez³³

“¿Qué tienen en común empresas como Coca-Cola, Cemex, El Palacio de Hierro, Bimbo y Danone? La primera respuesta podría ser que todas ellas son líderes dentro del sector que participan. La segunda, que cada una de ellas trabaja en la búsqueda de formar un equipo de trabajo en el área logística que responda básicamente a satisfacer las necesidades del cliente.”³⁴

Dentro de las organizaciones cada vez es más importante la incorporación de herramientas relacionadas con los procesos productivos y los sistemas logísticos, que permitan el buen funcionamiento y desarrollo de todas las actividades que se llevan a cabo, tanto al nivel interno como externo.

El campo de acción de los ingenieros industriales en estas áreas cobra cada vez más importancia. De hecho, las actividades tendientes a lograr reducciones de costos y los esfuerzos por ofrecer mejores servicios, en la mayoría de los casos, se relacionan directamente con la gestión en las áreas productivas y logísticas de la empresa.

Al hablar de procesos productivos, no se hace referencia únicamente a empresas dedicadas a la manufactura de artículos tangibles. En los negocios modernos, los procesos productivos se refieren también a la “producción” de elementos que no son tangibles.

Al detallar las actividades de las empresas, se encuentra que son muchas las maneras como inciden dentro su entorno (mediante asociaciones y gremios, la realización de campañas publicitarias, la motivación de cierto tipo de comportamientos etc.), pero su influencia principal se ejerce a través de sus productos y dentro de su mercado objetivo.

Dentro de este marco de referencia, se puede definir “producto”, como el conjunto de características o atributos tangibles o intangibles, que permiten a un cliente satisfacer sus necesidades en un determinado aspecto³⁵.

³³ Ex Profesor Instructor del curso Introducción a la Ingeniería Industrial.

³⁴ Revista *Sinergia Empresarial*. Mayo de 2004. http://www.sinergiaempresarial.com.mx/secciones.php?id_sec=3

³⁵ A pesar de que en esta definición se incluye la palabra “cliente”, se llama la atención sobre las múltiples connotaciones que tiene la palabra en distintos contextos. Para efectos de este documento y de acuerdo con sus objetivos de aprendizaje, se consider cliente como un sinónimo de consumidor.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Actualmente, cuando se habla de productos, inmediatamente se hace referencia a una combinación permanente e insoluble de "bienes" y "servicios".

Un "bien" es un objeto físico, tangible, elaborado a través de un proceso productivo particular y que puede ser adquirido mediante algún tipo de transacción comercial. Un vehículo, un detergente o un teléfono celular son ejemplos de bienes.

Un "servicio" corresponde a todos los beneficios intangibles y/o adicionales de los que puede gozar una persona en el momento de adquirir el producto. La garantía de 20.000 Km. que ofrecen los concesionarios con la adquisición de un vehículo nuevo, la posibilidad de participar en un sorteo por la compra de un detergente, o la red de servicio al cliente y puntos de pago que tiene un operador de telefonía celular, son ejemplos de servicios.

Se hace esta diferenciación porque el éxito de los productos depende tanto de los atributos y características físicas que se asocian con los bienes, como del conjunto de servicios adicionales que se ofrecen para tratar de satisfacer de una mejor manera los requerimientos de quienes se relacionan con el producto.

En algunas organizaciones, sus productos se componen únicamente de servicios. Es decir, sus clientes pagan por beneficios o elementos intangibles que no están representados en un artefacto físico. Las instituciones educativas, las compañías de seguros y las entidades del sector financiero son ejemplos de este tipo de organizaciones.

Debido a las condiciones económicas actuales, se podría afirmar que no existen casos de organizaciones cuyos productos sean únicamente bienes. A pesar de que ofrezcan niveles mínimos de servicio, es indispensable contar con estos mínimos para permitir la interacción con los clientes. Por ejemplo, todas las organizaciones se encuentran cobijadas por reglamentaciones y leyes que les exigen responder por la calidad de sus productos. Esto significa que, en mayor o menor grado, es necesario contar con un nivel de servicio que permita solucionar posibles inconvenientes.

La siguiente tabla contiene algunos ejemplos de productos:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

PRODUCTO	BIEN(ES)	SERVICIO(S)
Computador personal	Hardware y Software	Garantía de funcionamiento Financiación Servicio técnico Actualizaciones
Prenda de vestir	Prenda	Variedad de diseños en el punto de venta Atención de personal especializado Garantía Parqueaderos seguros en el establecimiento
Televisión por cable	Señal de televisión Dispositivos para recepción y transmisión de la señal	Facilidades para el pago (prepago, alianzas con bancos) Revista mensual de programación Pago por ver Cubrimiento exclusivo de algunos eventos Servicio técnico
Cuenta bancaria	Tarjeta plastificada Chequera	Seguridad del dinero Rentabilidad Posibilidad de acceder a créditos Tasas de interés más bajas Cajeros electrónicos en todo el país Puntos de pago en establecimientos comerciales Sucursales en puntos estratégicos Extracto mensual Audio banca Banca virtual Pólizas de seguros

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

En ocasiones, los productos contienen servicios que no se hacen “explícitos” y que se relacionan más con los sitios donde se comercializa que con el producto en sí mismo. De este fenómeno se deriva la importancia de establecer acuerdos entre organizaciones para poder ofrecer conjuntamente servicios que son apreciados por quienes adquieren los productos. Cuando en el mundo se comenzó a reflexionar sobre la importancia que tiene la forma como los clientes aprecian los productos y se comienzan a tomar en cuenta sus percepciones, evolucionan drásticamente los conceptos, herramientas y teorías de calidad.

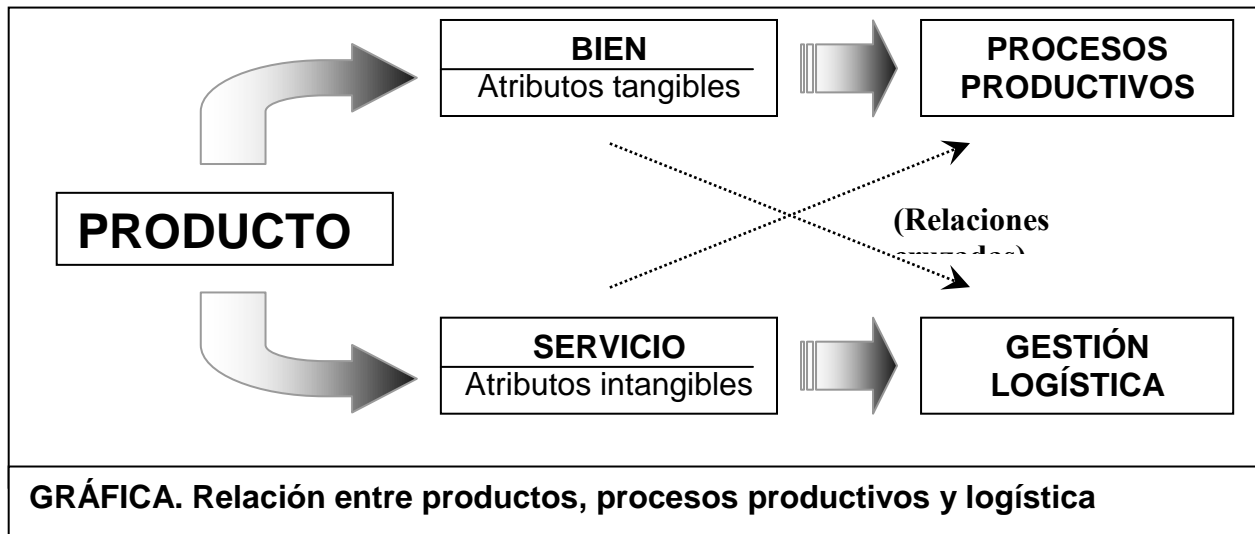
Un sencillo indicador del éxito de un producto es que las personas lo elijan entre diferentes opciones posibles. Estas decisiones son tomadas con base en muchos factores pero, en cualquier caso, los clientes toman sus decisiones de acuerdo con la información que poseen. El cliente actual es un cliente informado y tiene en cuenta muchos más aspectos de los que podría considerar hace unos años. Se podría pensar que la importancia de los servicios surge como un elemento diferenciador de los productos, que aumenta sus posibilidades de ser elegidos por los clientes. De hecho, en algunas ocasiones, las personas están dispuestas a pagar un poco más por un mismo producto, siempre y cuando le sean ofrecidos una serie de servicios adicionales que perciba como valiosos. Los diferentes precios que pagan las personas por adquirir una bebida carbonatada en diferentes zonas de la ciudad es un ejemplo de esto.

Con el paso de los años, la industria mundial ha evolucionado constantemente, para pasar de una industria cuyas fortalezas estaban centradas en procesos para la producción de bienes, a una industria cuyas fortalezas incluyen muchas actividades asociadas a la prestación de servicios. Si hace un siglo las empresas con mayor éxito eran aquellas que contaban con producciones voluminosas de bienes (producción a gran escala de vehículos, como el caso de Ford), hoy en día las empresas con mayor éxito son aquellas que están orientadas hacia la producción de servicios (servicios que tienen asociadas tecnologías de punta, como el caso de las telecomunicaciones).

Las empresas están buscando la combinación adecuada de bienes y servicios que les permita ser más exitosas dentro del mercado. Un desequilibrio en este aspecto puede tener serias consecuencias. Es muy poco probable considerar un producto como exitoso si posee características y atributos que cumplen con los requerimientos de los clientes, pero que ofrece bajos niveles de servicio (servicio post venta, por ejemplo). Análogamente, es poco probable considerar un producto como exitoso si, a pesar de contar con un excelente servicio, las características físicas del bien ofrecido no cumplen con algunos estándares adecuados para los clientes.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Las características de los bienes, o lo que también se podría llamar atributos tangibles, se obtienen generalmente mediante el diseño y la realización de procesos productivos. Las características de los servicios, o lo que también se podría llamar atributos intangibles, se obtienen generalmente mediante procesos logísticos o de gestión logística. La siguiente gráfica presenta esta relación. A pesar de que se pueden encontrar relaciones cruzadas, para la mayoría de productos esta afirmación es válida.



GRÁFICA. Relación entre productos, procesos productivos y logística

Procesos productivos

Como se dijo anteriormente, el concepto de proceso productivo puede estar asociado con las operaciones que llevan a la producción de un servicio. Para efectos de comprensión, se diferenciarán los aspectos relacionados con este enfoque tradicional y aquellos que tienen en consideración la prestación de servicios. Vale la pena mencionar que muchas de las herramientas aplicadas en sistemas productivos de bienes son utilizadas con mucho éxito en procesos que fueron diseñados para la prestación de servicios.

En este sentido, se puede definir un "proceso productivo" como una serie de pasos o actividades secuenciadas de una manera predeterminada, en la que se utilizan distintos tipos de recursos, con el propósito de convertir materias primas en productos terminados. Para el caso de procesos para la prestación de servicios, el propósito es poder desarrollar actividades que permitan prestar el servicio de manera correcta y acorde con las expectativas del cliente.

Los recursos que se mencionan pueden ser personas, maquinaria y equipo, espacios físicos, software, dinero, energía, tecnología, entre otros.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Normalmente los procesos productivos son especializados para cada tipo de industria.

En estos procesos productivos se hace uso de la tecnología disponible en las organizaciones. La tecnología puede ser considerada como un recurso constitutivo del proceso productivo. Se esperaría que, a medida que los procesos productivos incluyan un componente importante de tecnología, su desempeño será mejor.

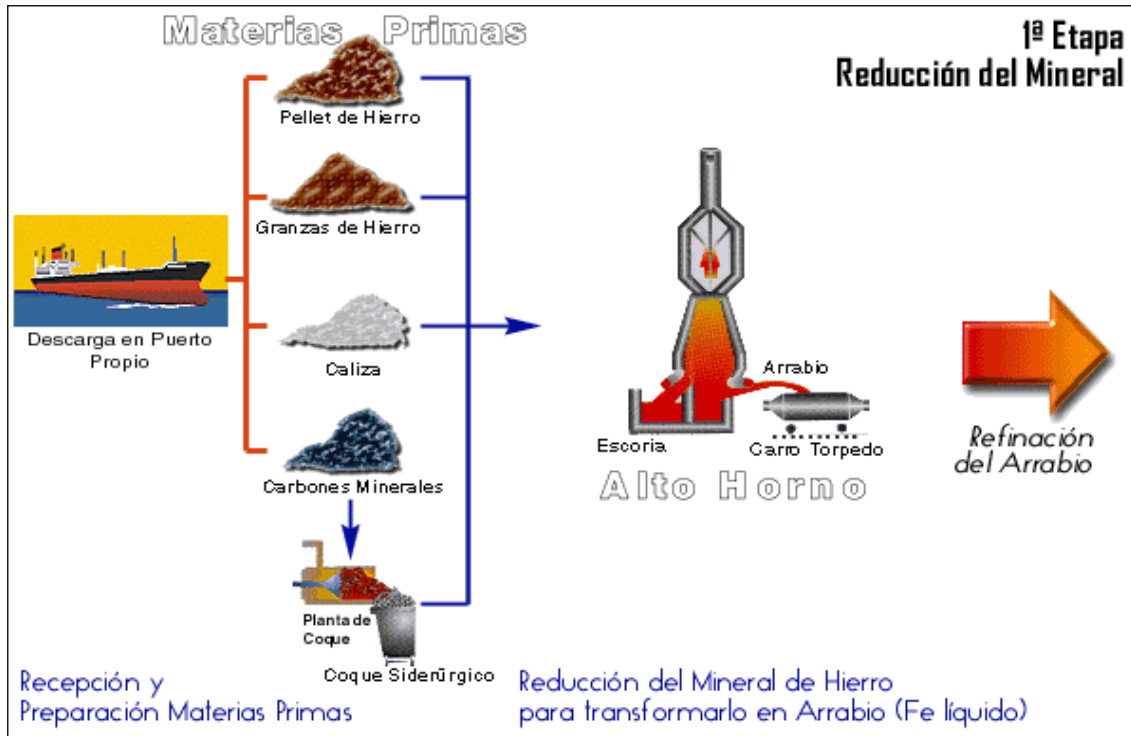
Los procesos productivos para la producción de bienes o servicios se convierten en un componente que genera competitividad para las organizaciones en la medida en que su desempeño permita reducciones en el costo de los productos, o bien, en la medida en que la generación de procesos muy específicos y para propósitos muy particulares hagan difícil su réplica por parte de organizaciones competidoras. Las particularidades involucradas en los procesos productivos a partir de sus propios desarrollos constituyen habitualmente ventajas para las empresas.

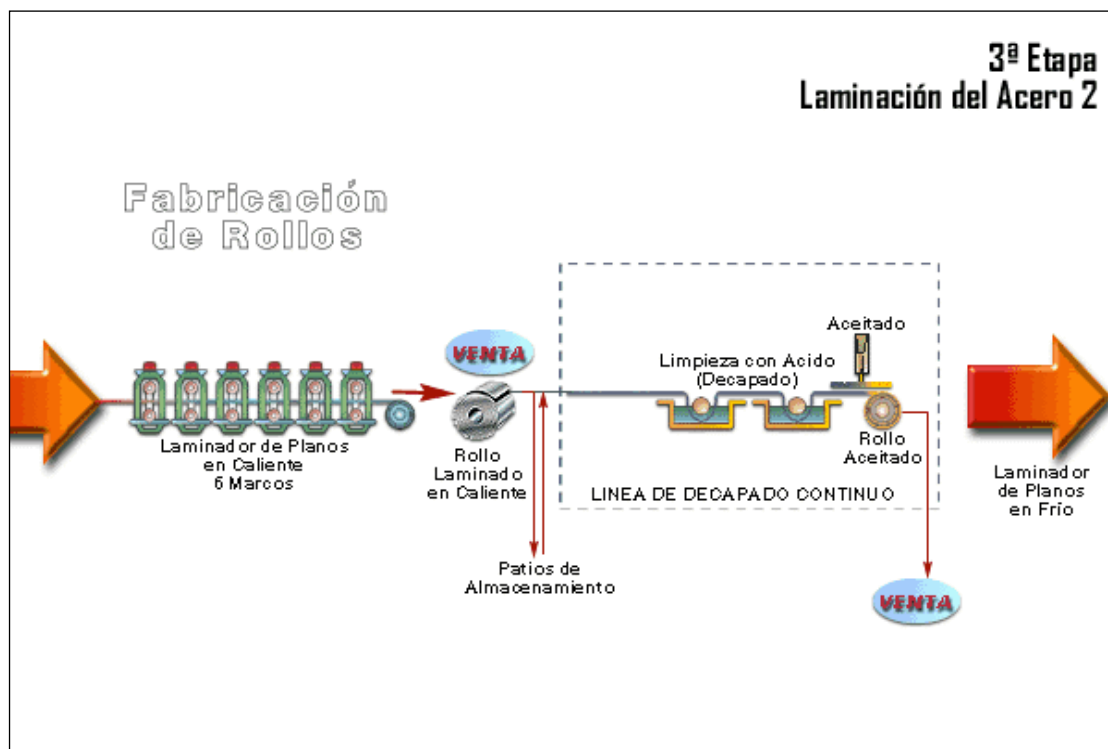
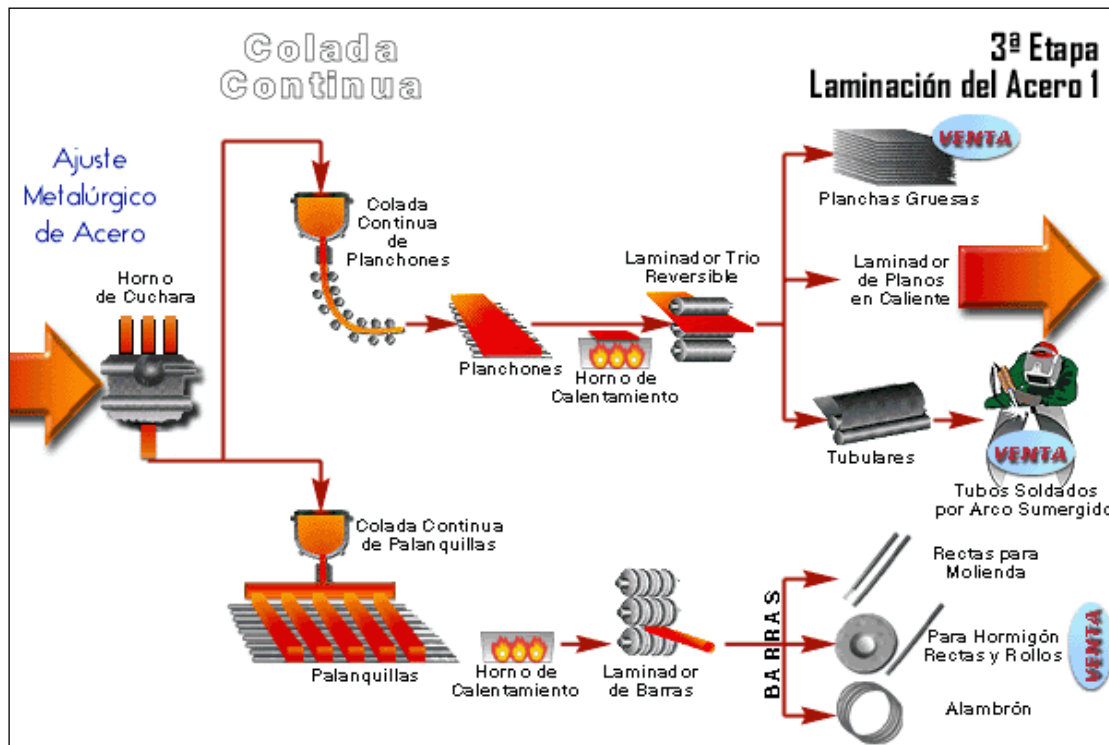
Los procesos productivos se pueden clasificar de distintas maneras, pero en su clasificación se utiliza con frecuencia la industria de aplicación. Así, se conocen procesos para la producción de bienes en industrias como metalmecánica, alimentos, automotriz, química, entre otros. Los procesos de producción de servicios se clasifican según su sector de ubicación. Se cuenta con servicios en salud, financieros, telecomunicaciones, etc.

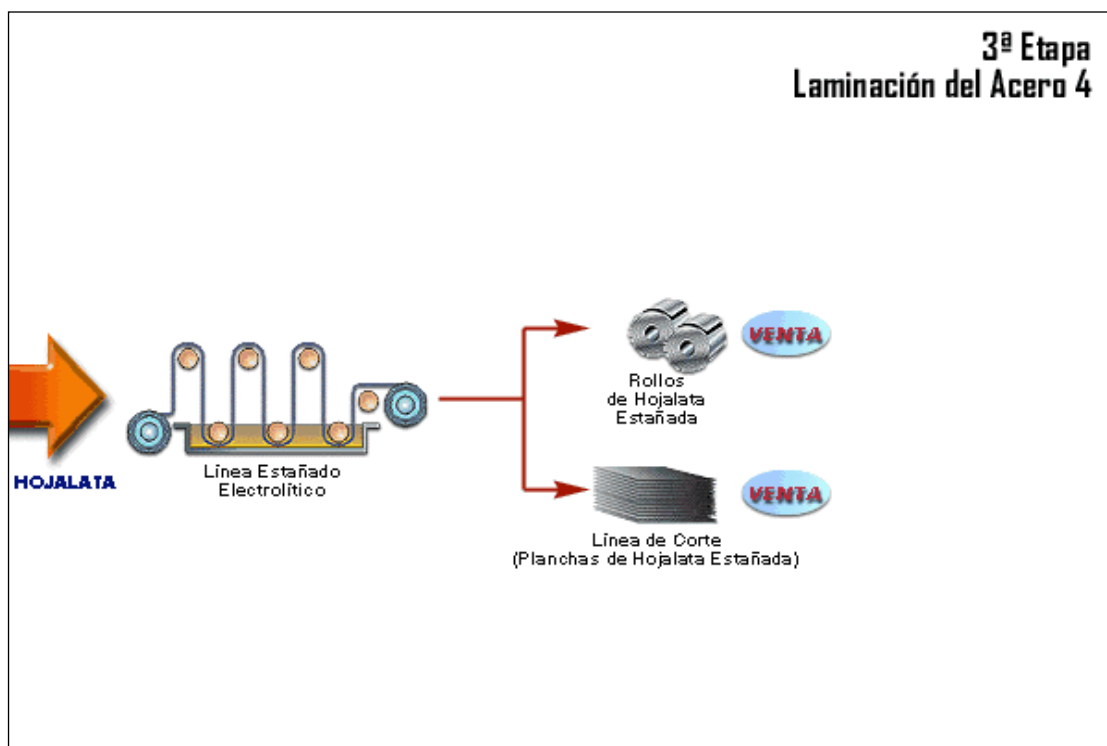
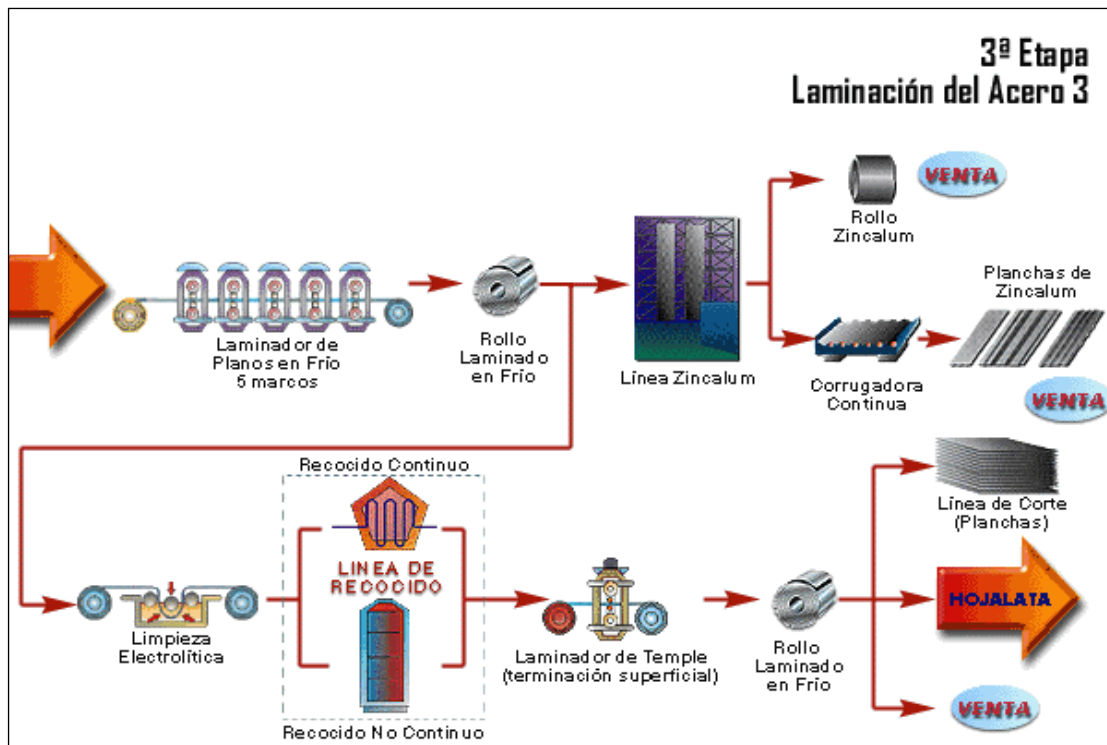
A continuación se presenta un ejemplo del proceso productivo desarrollado en una siderúrgica para la fabricación de acero³⁶.

³⁶ <http://www.infoacero.cl/procesos/siderur.htm>

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos







INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos


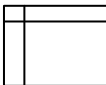
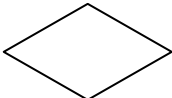



Debido a que los procesos productivos se componen de muchas etapas, es necesario contar con algunas herramientas que faciliten el diseño de los procesos, así como el control de los mismos.

Unas de las herramientas más sencillas son las que se conocen como diagrama de flujo y diagrama de proceso.

Diagramas de flujo

Un diagrama de flujo es una representación esquemática de las etapas de un proceso determinado donde, utilizando algunas convenciones, se tienen en cuenta factores que afectan el proceso productivo (puntos de recepción de materias primas, entrega de productos, almacenamiento, toma de decisiones, control de calidad, generación de reportes, entre muchos otros).

Para la elaboración de los diagramas de flujo existen convenciones predeterminadas que son empleadas de acuerdo con la manera como se "modele" el sistema que se está observando. Un mismo proceso productivo puede ser representado por distintos diagramas de flujo, dependiendo del criterio de las personas que lo elaboran. Gracias a estos diagramas se pueden establecer los puntos críticos del proceso, que son aquellos a los cuales se pondrá mayor atención. En la tabla que se presenta a continuación se muestran algunos de los símbolos principales utilizados en los diagramas de flujo.

OPERACIÓN	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
Inicio y fin.		Se utiliza para demarcar las entradas y salidas del proceso.
Almacenamiento		Indica los puntos donde se acumulan inventarios de productos que están siendo procesados.
Decisión		Indica puntos de inspección donde se toman decisiones sobre el proceso.
Documentación		Indica los puntos donde es necesario tomar datos y diligenciar documentos o reportes.
Preparación		Indica los puntos donde se deben hacer alistamientos de equipos, materias primas o procesos de "puesta a punto" para el desarrollo de alguna tarea.
Proceso		Indica el punto donde se realiza una actividad de trabajo o transformación

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

A continuación se presenta como ejemplo el diagrama de flujo del proceso de inyección de plásticos.

PROCESO DE INYECCIÓN

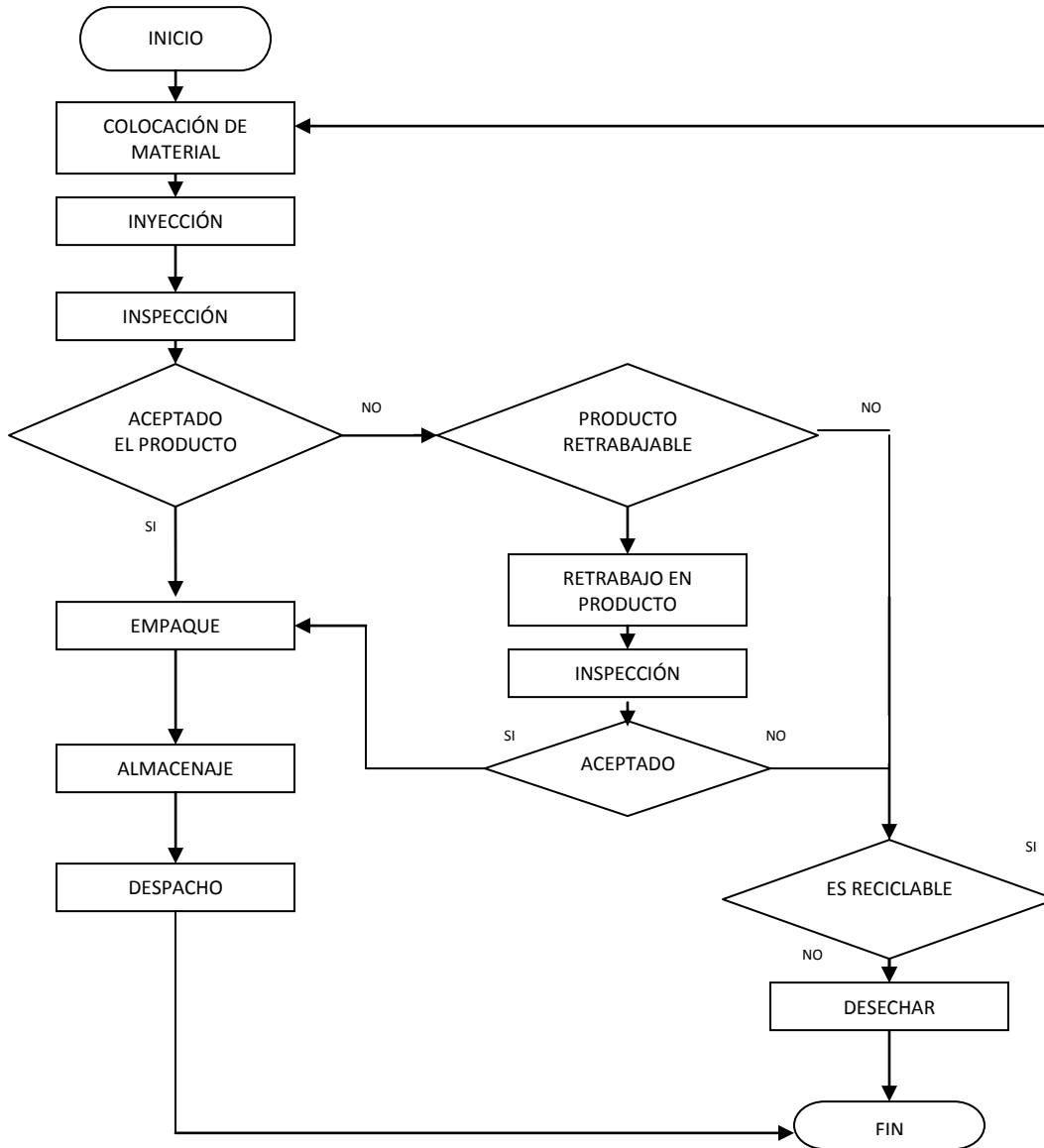

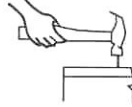







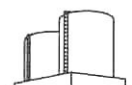
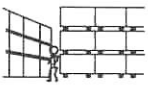
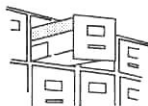

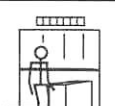








FIGURA 2-8
Conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según la ASME.

<p>OPERACIÓN</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como →</p>	 <p>Martillar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar o barrenar</p>
<p>TRANSPORTE</p>  <p>Una flecha indica un transporte, como →</p>	 <p>Mover material en vehículo</p>	 <p>Mover material por banda transportadora</p>	 <p>Mover material cargado (mensajero)</p>
<p>ALMACENAMIENTO</p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento, como →</p>	 <p>Materia prima almacenada a granel</p>	 <p>Producto terminado en tarimas</p>	 <p>Archivo de documentos</p>
<p>DEMORA</p>  <p>Una letra D mayúscula indica una demora, como →</p>	 <p>Esperar el elevador</p>	 <p>Material en espera de procesado</p>	 <p>Documentos en espera para archivar</p>
<p>INSPECCIÓN</p>  <p>Un cuadrado indica una inspección, como →</p>	 <p>Examinar calidad y cantidad de material</p>	 <p>Lectura de niveles en caldera</p>	 <p>Examinar información en forma impresa</p>

Diagramas de proceso³⁷

Los diagramas de proceso son cuadros de control de las actividades del proceso donde se pueden definir detalles importantes de las actividades.

La utilidad de los diagramas de proceso es que permiten recolectar datos de manera fácil y detectar rápidamente puntos críticos en los procesos.

A continuación se presenta la simbología para la elaboración de diagramas de proceso y un ejemplo de su utilización.

³⁷ NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, 10ª Ed., Andris, págs 32,34

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Ejemplo de diagrama de procesos.

GRÁFICA DE FLUJO
ÁNGULOS

RESUMEN					Página 1 de 1		
		Actual		Propuesto		Diferencia	
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo
<input type="radio"/>	Operaciones	2	ST				
<input type="radio"/>	Transportes	3	ST				
<input type="radio"/>	Inspecciones	0	ST				
<input type="radio"/>	Retrasos	3	ST				
<input type="radio"/>	Almacenamientos	1	ST				
Distancia recorrida		49,8					

Proceso: <u>Ángulos en Hot Rolled platina de 1 x1/8</u>
<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material : _____
La gráfica comienza en: <u>Almacenamiento de Materia Prima</u>
La gráfica termina en: <u>Transporte a Banco de Ensamble</u>
Elaborado por: <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Lucas Gómez</div>
Fecha: <u>Octubre 24 de 2004</u> Gráfica Nº _____

DETALLES DEL MÉTODO	POSIBILIDADES											OBSERVACIONES			
	<input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Distancia (m.)	Cantidad	Tiempo (min.)	Eliminar	Combinar		Secuencia	Lugar	Persona
1 Materia Prima en burros		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
2 Hacia troqueladoras		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3,60									
3 Cortar a medida		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
4 En valde		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
5 Hacia dobladora		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5,20									
6 En valde		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
7 Doblar		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
8 En valde		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
9 Hacia Banco de Ensamble		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	41,00									

Gestión logística

Los primeros desarrollos en el tema de la logística fueron adelantados en el campo de las actividades militares, especialmente durante la Segunda Guerra Mundial, con el propósito de hacer mucho más efectiva la capacidad de ataque de las tropas y tratando de no descuidar las posiciones defensivas. Desde aquellas épocas hasta la actualidad, las organizaciones militares aún cuentan con destacamentos logísticos que apoyan las actividades de combate de los ejércitos. Estos desarrollos se generan conjuntamente con muchos otros conceptos de la ingeniería.

Los conceptos que nacieron en el ambiente militar fueron evolucionando y dieron respuesta a muchos de los problemas que enfrentaban las organizaciones mundiales. La combinación de los conceptos logísticos con conceptos de las matemáticas es aplicada para suministrar información en los procesos de toma de decisiones en las organizaciones: programación de producción, localización de plantas de producción, localización de sitios de almacenamiento, determinación de modos de transporte para el suministro de los productos, definición de itinerarios de abastecimiento, coordinación de las actividades de empresas que forman cadenas de suministros, entre muchos otros.

Considerar la actividad logística como un área de gestión de vital importancia en las empresas es algo relativamente nuevo. Su importancia se percibió al determinar la gran cantidad de costos en que incurren las empresas debido a fallas en la coordinación de sus actividades. La gestión logística involucra actividades dentro y fuera de la empresa, haciendo mucho más eficiente la utilización de sus recursos.

Aunque se pueden encontrar diferentes definiciones en la bibliografía, los autores están de acuerdo en definir logística como la disciplina que se encarga de la coordinación, manejo eficiente, administración, programación y planeación de todos los recursos necesarios para que las materias primas puedan convertirse en productos terminados y llegar a los clientes en el momento, lugar, cantidad y condiciones deseadas.

Aunque el concepto de logística se encuentra muy asociado con procesos productivos de bienes tangibles, su utilización en la prestación de servicios ha revolucionado los negocios y se ha desarrollado toda una industria en torno a él. Por ejemplo, millones de personas han utilizado los servicios logísticos en la parte de movilización de materiales. FEDEX, DHL o Servientrega para el caso colombiano, son ejemplos de estos nuevos negocios. Son muchas las personas que compran a diario por Internet y obtienen lo que quieren en tiempos que hace unos años eran impensables.

En resumen, en el mundo de los negocios se ha especializado y sofisticado la administración de la cadena de abastecimiento y se ha creado todo un campo de acción que centra su actividad en el apoyo a las actividades centrales de las industrias. Los resultados de la actividad logística no se ven reflejados directamente en los productos, pero agregan valor en la medida que optimizan la utilización de los recursos dentro de las organizaciones.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Los desarrollos teóricos de todas estas actividades han acuñado una expresión para designar esta actividad logística en las organizaciones, que se conoce como "Supply Chain Management".

Las actividades relacionadas con la gestión logística, en la mayoría de los casos, incluyen los siguientes aspectos:

- Transporte:

La movilización de las materias primas desde los centros de producción hasta las plantas de procesamiento, así como de los productos terminados hasta los centros de consumo, se encuentran directamente relacionadas con el área logística de las organizaciones: decisiones sobre los modos de transporte (aéreo, terrestre, fluvial, etc.) que se han de utilizar, diseño de las rutas de aprovisionamiento, determinación de frecuencias, fletes, programación de transporte, etc.

Por ejemplo, los programas de "ruteo" de camiones repartidores de bebidas gaseosas son desarrollados por ingenieros industriales a partir de modelos complejos, que buscan atender todos los requerimientos de los clientes y, a la vez, optimizar al máximo la capacidad y disponibilidad de los camiones.

- Planeación de requerimientos

Los procesos de planeación de los requerimientos de las plantas productivas de acuerdo con las demandas de los clientes y los tiempos de producción de las materias primas hacen parte de las actividades logísticas. Esta planeación de insumos se realiza utilizando procedimientos y metodologías ampliamente desarrolladas, tales como MRP (Material Requirement Planning) o ERP (Enterprise Requirement Planning).

- Planeación de producción

La planeación de la producción de acuerdo con los inventarios de materia disponible, los requerimientos de demanda y la capacidad instalada de los sistemas de producción generalmente se asigna a las áreas logísticas. Este proceso de planeación permite el máximo aprovechamiento de la capacidad instalada de las empresas, balanceando líneas y evitando cuellos de botella.

- Manejo de inventarios

La administración de los inventarios, tanto de materias primas, como de productos terminados, que permita un manejo adecuado de los mismos, es una de las actividades centrales de la gestión logística. Dentro de la teoría de inventarios se han realizado aportes teóricos que han significado reducciones de costos sustanciales para las organizaciones. Empresas como Procter & Gamble afirmaban hace unos años que, con el dinero que tenían invertido en excesos de inventario, podrían construir el 8% de sus plantas de producción al nivel mundial. Un manejo inadecuado de inventarios representa una fuerte carga financiera para las empresas, por lo cual, el trabajo en bodegas es un área fundamental dentro de las actividades del "Supply Chain Management".

Descripción del proceso productivo del Champú

El proceso de elaboración del champú ha evolucionado con el transcurso del tiempo, desde procesos manuales y totalmente artesanales, hasta procesos industrializados altamente sofisticados, en los cuales es necesario mantener controles estrictos de los niveles de calidad en cada uno de los pasos. De esta forma se garantiza que los altos volúmenes de producción mantengan asegurada su calidad y se eviten grandes pérdidas por descontrol en alguna de las etapas del proceso.

En un primer momento, anterior a la elaboración misma del producto, se tiene el proceso de recepción de materias primas y materiales de empaque. Las materias primas son todos aquellos insumos que serán empleados en la fabricación del champú, tales como alcoholes, perfumes, surfactantes y un sinnúmero de materiales químicos. El material de empaque incluye las botellas plásticas para cada una de las versiones del producto, las tapas de estas botellas, las cajas de cartón corrugado y los rollos de papel metalizado especial empleado en la elaboración de los "cojines" de champú.

Los materiales son almacenados manteniendo niveles de inventario óptimos que permitan una operación sin contratiempos, pero sin incurrir en costos extremos de almacenamiento.

El proceso productivo es relativamente sencillo. El primer paso es la fabricación del champú, operación que se realiza mediante lotes de producción de aproximadamente 3 toneladas de producto. Este paso dura aproximadamente de 4 a 6 horas, dependiendo del tipo de referencia que se esté elaborando. El proceso consiste en mezclar, de acuerdo a una fórmula preestablecida, los distintos componentes del champú, teniendo como materia prima principal el surfactante³⁸.

³⁸ El surfactante es el tipo de molécula que se encuentra presente en cualquier producto de limpieza (jabones, detergentes, etc.). Esta molécula corresponde a una cadena de átomos que posee propiedades distintas en cada uno de sus extremos. Por un lado, actúa como un componente básico y, por el otro, actúa como un componente

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

El proceso de fabricación se lleva a cabo mediante sistemas computarizados que indican a los operarios las funciones que se van realizando en cada momento. La adición de alcoholes, perfumes y otros químicos es lenta, y se realiza con la ayuda de agitación permanente en los tanques de fabricación y calentamiento de los tanques (circulación de agua caliente en los tanques de doble pared). Finalizando el proceso, se realiza un choque térmico para consolidar las reacciones y se lleva todo el producto a un conducto donde pasa por una bomba en la cual se "muele" el champú fabricado con el fin de dar al producto la perlescencia propia de cualquier champú. Una vez finalizada la fabricación, se pasa el lote elaborado a tanques de almacenamiento para ser conducido posteriormente a las líneas de empaque.

Hay dos opciones para el empaque del producto: se envasa en botellas de diferentes presentaciones o se empaqueta en cojines (también llamados sachets). Para las líneas de envase, se agregan botellas y tapas vacías a las tolvas alimentadoras de la máquina envasadora y, a través de tubería, el producto es introducido en cada botella, para luego ser tapado automáticamente. En este momento se imprimen datos tales como el número del lote y alguna información del producto³⁹.

Es importante verificar permanentemente el llenado de las botellas y controlar su peso. Las botellas se introducen en cajas de cartón corrugado, se estiban y son trasladadas a las bodegas de producto terminado.

En la sección de elaboración de sachets, la máquina empleada para esta labor toma los rollos de papel, arma los cojines y en ellos va inyectando una cantidad determinada de producto. Los cojines caen a una banda transportadora donde manualmente se introducen en los dispensadores elaborados en cartón impreso. Los dispensadores se ubican en cajas de cartón corrugado y se estiban. Luego se trasladan a la bodega de producto terminado.

Una vez embodegado el producto, es repartido mediante camiones a los centros de distribución nacionales o se ubica en contenedores para ser exportado.

ácido. En el momento de realizar el lavado con agua, la espuma que se genera es la reacción química que ocurre y esta molécula atrapa las partículas de impurezas con el extremo básico y se adhiere al agua con el lado ácido en el momento del enjuague, realizando la operación de lavado.

³⁹ Las botellas llegan con las etiquetas puestas, debido a que en las máquinas que las elaboran se coloca la etiqueta y la inyección se realiza sobre la etiqueta misma, evitando que en algún momento de la utilización del producto se presente algún desprendimiento.

PRIMERA TAREA:

Elabore un diagrama de flujo, indicando además cuáles pueden ser los puntos críticos del proceso productivo. Estos puntos críticos son aquellos que es necesario controlar para garantizar la calidad del producto. Incluya estos controles en el diagrama.

La estadística dentro del control de calidad

PRINCIPIOS BÁSICOS:

La estadística se relaciona con el tratamiento de datos provenientes de una población extensa, a partir de los cuales es posible hacer inferencias y estimaciones. Para el caso productivo presentado, a la empresa le resulta muy difícil medir una a una todas las botellas de champú que envasa diariamente, o verificar que la calidad y el contenido de todos los cojines sea el indicado. Por esta razón, se toman muestras cada cierto período de tiempo (cada media hora, por ejemplo) y se miden algunas variables de calidad, con el fin de mantener controlado el proceso, o detenerlo inmediatamente en caso de algún inconveniente. El gerente de la línea productiva específica tiene que tomar las decisiones que considere convenientes de acuerdo a los resultados que obtiene de los muestreos.

Con el tratamiento de estos datos, la estadística busca aceptar o rechazar hipótesis que plantea acerca de la población en su conjunto, con base en la evidencia empírica que posee. La hipótesis que se comprueba se conoce como hipótesis nula y su contraria se denomina hipótesis alterna. En este sentido, existen dos tipos de errores, lo que en el lenguaje de la materia se conoce error de tipo I y error de tipo II. El error de tipo I consiste en rechazar una hipótesis que es cierta y el error de tipo II consiste en aceptar una hipótesis que es falsa:

	Hipótesis Nula (La hipótesis es cierta)	Hipótesis Alterna (La hipótesis es falsa)
Aceptar		ERROR TIPO II
Rechazar	ERROR TIPO I	

Para el caso del proceso productivo, se puede cometer el error de detener el proceso cuando las cosas están saliendo bien (error tipo I), o dejar que el proceso continúe, cuando se están fabricándose artículos defectuosos (error tipo II).

En una serie de datos provenientes de una muestra se tienen 2 medidas importantes (existen muchas otras) que sirven para caracterizar una muestra: la media y la varianza. La media muestral indica el valor medio de los datos (similar a un promedio), mientras que la varianza es una medida de la dispersión de los datos

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

alrededor de este valor. La media y la varianza son “estimadores” de la tendencia central y de la dispersión real presente en toda la población de donde provienen los datos de la muestra.

SEGUNDA TAREA:

Defina RIGUROSAMENTE el concepto de Muestra aleatoria, Media muestral, varianza, moda y mediana.

Existe un importante interés entre productores, consumidores y gobierno, respecto a la calidad de los productos dispuestos en el mercado. Una empresa que desee mantener un determinado nivel de calidad en sus productos debe implementar un procedimiento para detectar una desviación importante del estándar de calidad. En el logro de este objetivo, las tablas estadísticas de control de calidad (TECC) han demostrado ser medios muy efectivos para controlar la calidad de los productos manufacturados (o bien, en alguna de sus etapas intermedias).

En una TECC se toma la muestra definida, se obtiene de ella la media y la varianza y, con base en esto, se realiza la comparación con el estándar predefinido por algún tipo de norma técnica (como ISO o ICONTEC).

TERCERA TAREA:

En el proceso productivo del champú se realizan muestreos a las materias primas, al lote de fabricación antes del choque térmico, al lote de fabricación antes de ser enviado a los tanques de almacenamiento, a las botellas que están siendo empacadas, a los cojines que se van fabricando y, periódicamente, se realizan controles microbiológicos al producto almacenado en la bodega.

Usted es el gerente de cada una de las líneas; determine si los siguientes procesos están bajo control y decida si continúa o detiene el proceso para el caso de los procesos que se indican. De lo contrario, tome la decisión solicitada y argumente con datos su apreciación.

- a) Se han tenido algunos problemas con el alcohol que se compra al proveedor actual. Se cree que el porcentaje de impurezas por centímetro cúbico supera las condiciones aceptables. Un proveedor de la ciudad de Cali ofrece un producto con estándares de calidad certificados y, además, ofrece la garantía de responder por los costos asociados con un proceso de fabricación que presente problemas por inconvenientes en esta variable de calidad. Durante el último mes, se han tomado muestras del carro tanque que llega diariamente y usted cuenta con estos datos. El gerente de planta pide que usted decida si deben seguir negociando con el proveedor actual o cambiarlo. La norma ISO 9000 dice que este porcentaje de impurezas no debe superar el 7% ni sobrepasar los límites de +/- 3% alrededor de este valor.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

% de pureza de la muestra de alcohol de los últimos 30 días

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15
93	90	99	98.5	83	80	95	96.5	97.2	92.1	90	89	98	98	97

Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	Día 27	Día 28	Día 29	Día 30
94	95.2	94.5	96	93.4	89.6	86.9	98.1	99.5	93.3	97.2	90.6	97	88.2	88.9

- b) Antes de realizar el choque térmico en el producto, se miden los niveles de acidez del lote. Se toman veintiocho muestras distintas del lote de 3000 kilogramos. Realice un histograma de los datos y halle su media.

M. 1	M. 2	M. 3	M. 4	M. 5	M. 6	M. 7	M. 8	M. 9	M. 10	M. 11	M. 12	M. 13	M. 14
3.3	4	3.5	4.6	5.4	4.8	5.3	3.9	3.7	4.5	4.2	4.1	4.25	4.36

M. 15	M. 16	M. 17	M. 18	M. 19	M. 20	M. 21	M. 22	M. 23	M. 24	M. 25	M. 26	M. 27	M. 28
5.32	4.31	3.89	4.01	3.89	4.36	4.44	4.36	3.78	3.54	3.7	4.5	3.56	5.5

- c) Luego de realizado este proceso se reduce la acidez, buscando que el champú sea neutro (no debe causar ningún tipo de daño a persona alguna en su consumo). Nuevos datos son tomados. Elabore un nuevo histograma. Se busca que la medida se encuentre en 7 (lo cual indica neutralidad) con una oscilación permisible de +/- 1. Cuál fue la mejora promedio del proceso en cuanto a la variable de calidad "acidez"?

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

M. 1	M. 2	M. 3	M. 4	M. 5	M. 6	M. 7	M. 8	M. 9	M. 10	M. 11	M. 12	M. 13	M. 14
5.8	6.5	7.8	8.3	6.2	4.8	5.6	6.3	6.54	7.9	6.99	7	7.1	6.8

M. 15	M. 16	M. 17	M. 18	M. 19	M. 20	M. 21	M. 22	M. 23	M. 24	M. 25	M. 26	M. 27	M. 28
6.23	6.5	7.5	7.6	6.54	6.15	7.2	7.3	6.7	6.3	6.21	7.8	6.2	5.8

- d) En la sección de embotellado, cada media hora se toman muestras del peso y del contenido de las botellas. Se asume que la densidad del agua es igual a la del champú. En este momento se está envasando la versión de 200 ml. El proceso debe operar bajo los estándares de calidad de 200 gr. +/- 3. ¿Usted detendría el proceso o continuaría operando? Cuenta con los siguientes datos.

Peso de las botellas de la última media hora

M. 1	M. 2	M. 3	M. 4	M. 5	M. 6	M. 7	M. 8	M. 9	M. 10
205 g	201 g	203 g	201 g	199 g	199 g	201 g	200 g	201 g	202 g

- e) En la sección de empaque de sachets, se realizan pruebas de resistencia, colocando una pesa de un kilogramo sobre ellos, con el fin de probar que la presión no romperá los cojines en el momento de ser utilizados. Para esta prueba se toman 5 muestras por cada 1000 unidades de producción. El estándar de rotura se ha establecido en un máximo de 2 unidades por mil empacadas. Los siguientes son los datos de colapso del último reporte diario. ¿Cómo evalúa el desempeño del proceso? ¿Qué se debería hacer?

7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
0	1	2	0	0	5	0	3	1	2	0	1	1

- f) El laboratorio de la planta de producción reconoce que la bodega de producto terminado es el punto indicado para monitorear finalmente los niveles de microorganismos presentes en los productos, de modo que se asegure la calidad de los artículos que serán enviados a los clientes.

Se conoce que la probabilidad de que un lote se contamine durante el proceso de fabricación es del 20%. Una vez elaborado el producto y llevado a los tanques de almacenamiento, existe la posibilidad de que se presente contaminación en esta etapa del proceso. Esta probabilidad se ha cuantificado en un 5%. El 40% de los productos se envía a la línea de empaque de botellas y el 60% se envía a la línea productora de cojines. En el área de embotellado se puede presentar contaminación con una probabilidad del 2%, mientras que en el área de elaboración de cojines esta posibilidad es del 10%. Suponiendo que las cajas de

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

cartón corrugado que contienen las botellas y los sachets en la bodega de producto terminado son idénticas, cuál es la probabilidad de que, al elegir una caja al azar, ésta tenga problemas de contaminación?

CUARTA TAREA:

Sabiendo que podemos cometer dos tipos de errores (tipo I y II), especifique cuáles son los costos asociados con la comisión de ambos errores. ¿Cuál de los dos errores considera usted más grave y por qué?

QUINTA TAREA

Diagrama de Proceso o Cursograma Analítico: es utilizado para mostrar la marcha de un producto o proceso, con el fin de identificar actividades improductivas, como distancias a recorrer, retrasos, inspecciones y almacenamientos. La utilidad de los diagramas de proceso es que permite recolectar datos de manera fácil y detectar rápidamente puntos críticos en los procesos.

La FAC (Fuerza Aérea Colombiana) es la encargada en el desmontaje, limpieza y desengrase de los motores de aviones de combate F-16. El comandante general de la fuerza aérea desea conocer los puntos críticos del desmontaje, limpieza y desengrase de los motores. Para el desarrollo del estudio, la FAC les proporciona la información de los componentes, tiempos y distancias de desplazamientos que intervienen en el proceso completo de desmontaje, limpieza y desengrase de los motores de aviones de combate F-16. Los cuales se describen a continuación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Operación	Tiempo (Seg.)	Distancia (m)
En el almacén de motores de avión	100	
Motor recogido en el almacén	120	
Transporte hasta taller de desmontaje	250	30
Descargue del motor	120	
Desmontar el motor	1800	
Limpiar de piezas principales	900	
Inspeccionar del estado de las piezas	300	
Llevar piezas a jaula de desengrase	150	3
Descargar de piezas en la desengrasadora	120	
Desangrar las piezas	1200	
Sacar piezas de la desengrasadora	120	
Transportar piezas a la zona de secado	300	6
Secar piezas	2400	
Transportar hasta bancos de limpieza	450	8
Limpiar de las piezas a fondo	2000	
Inspeccionar piezas después de secado y limpieza	360	
Transportar piezas a la zona de empaque	300	5
Colocadas las piezas ya limpias	2400	
Esperar transporte de las cajas con piezas	300	
Transportar hasta el departamento de inspección de motores	1200	30
Almacenar en inventario de las cajas con piezas	300	

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

1. Con base en esta información, complete el siguiente diagrama de proceso.

	Pasos		Tiempo		PROCESO:			
	Nº	%	Tiempo	%				
<input type="radio"/> OPERACIONES								
<input checked="" type="checkbox"/> OPERAC. INSP.								
<input type="checkbox"/> TRANSPORTE								
<input type="checkbox"/> INSPECCIÓN								
<input type="checkbox"/> RETRASOS								
<input type="checkbox"/> ALMACENAJES								
Totales					FECHA:			
DETALLES DEL MÉTODO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRASO	ALMACENAJE	DISTANCIA METROS	TIEMPO SEGUNDOS	Observaciones
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2. ¿Cuáles tareas necesitan ser analizadas?, ¿Por qué?, proponga algunas recomendaciones para el proceso de desmontaje, limpieza y desengrase de los motores de aviones de combate F-16.

CAPÍTULO 7. LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LA DINÁMICA DE PLANTA

Eliécer Gutiérrez⁴⁰, Gonzalo Mejía⁴¹

La gestión de la producción o función de operaciones se refiere a las decisiones relacionadas con el sistema de producción, y habitualmente se organiza en tres niveles: nivel estratégico, nivel táctico y nivel operacional. En el nivel estratégico, encontramos decisiones relativas a la selección del modelo de producción de la empresa, la gestión de tecnología, las decisiones sobre ubicación y distribución de las instalaciones. Estas decisiones son de alto impacto, altas inversiones y de largo plazo. Al nivel táctico se toman decisiones de planeación a mediano plazo, tales como la planificación de inventarios y de la fuerza de trabajo. Al nivel operacional, se desarrolla la programación de la producción y el control de planta.

La programación de la producción consiste en asignar a las órdenes de producción sus tiempos de inicio y finalización detallados, indicando también los recursos específicos (equipos y mano de obra) utilizados para su ejecución. Una buena programación genera cumplimiento en las entregas, utilización adecuada de los niveles de capacidad y costos reducidos en el manejo de los inventarios, equipos y mano de obra.

En el tema de la programación de producción, tenemos dos tipos de elementos principales: Trabajos u órdenes de producción y máquinas o recursos que ejecutan o procesan dichos trabajos. En la mayoría de los casos, los trabajos se desplazan entre las máquinas y esperan en cola para su procesamiento; sin embargo hay casos, cuando el producto es demasiado voluminoso o pesado, donde las máquinas o los recursos se desplazan al trabajo. Tal es el caso de un buque o un edificio.

Definiciones

Operación: Es una tarea o actividad de producción que se ejecuta en una máquina. Para una operación O_{ij} (del trabajo j en la máquina i) información conocida son el tiempo de proceso (p_{ij}) y el tiempo de alistamiento (s_{ij}) de la operación.

Trabajo: Un trabajo (j) consiste en un conjunto de operaciones junto con una fecha de liberación o lanzamiento (r_j), una fecha de entrega (d_j) y restricciones de operación o procesamiento (ej. el trabajo no puede esperar en cola más de 3 horas).

Ruta: Es el orden en que deben procesarse las operaciones de un trabajo. La ruta implica una relación de precedencia entre operaciones. Por ejemplo, si la ruta de un trabajo es (1) fundición, (2) mecanizado y (3) empaque, esto significa que no se puede empacar antes de terminar el mecanizado y que no se puede mecanizar antes de fundir. A veces la ruta puede ser "abierta" o desconocida antes de iniciar el proceso. Por ejemplo en un taller de reparaciones, un vehículo podría ir primero

⁴⁰ Profesor del área de Producción y Tecnología.

⁴¹ Profesor del área de Producción y Logística

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

a cambio de aceite de motor, luego a revisión frenos y después a alineación de la suspensión; pero otro vehículo podría pasar primero por frenos, luego por alineación de suspensión y finalmente por cambio de aceite.

Máquina: Corresponde a un recurso (estación de trabajo, operario, etc.) escaso utilizado para el procesamiento de los trabajos. Las máquinas tienen una capacidad finita, en el sentido que pueden procesar un número máximo de trabajos simultáneamente. A menos que se especifique lo contrario, las máquinas pueden procesar a lo más un trabajo a la vez. Una máquina puede tener otras restricciones de procesamiento tales como turnos, periodos de mantenimiento, etc.

Estación o centro de trabajo: Es un conjunto de máquinas en paralelo, idénticas o no. Las estaciones se caracterizan porque un trabajo sólo visita una de sus máquinas. Las estaciones son frecuentes en la industria: Bancos de impresoras, de inyectoras, de tornos y otras máquinas herramientas.

El tipo de sistema de producción y la organización del flujo del proceso definen el tipo de herramientas y metodologías utilizados como apoyo para la toma de decisiones.

Los tipos de distribuciones de proceso incluyen los siguientes casos:

- Procesos sobre una sola máquina
- Procesos sobre máquinas en paralelo
- Procesos de flujo en línea o talleres de flujo (*flow-shop*)
- Procesos de flujo intermitente o talleres de trabajo (*job-shop*)

El problema de la programación de producción consiste en determinar *la secuencia* (orden en que una máquina procesa sus trabajos asignados) junto con los tiempos de inicio de cada operación para cumplir con uno o varios objetivos. Estos objetivos son cumplir con las fechas de entrega, maximizar la utilización de las máquinas, minimizar tiempos muertos, balancear cargas de trabajo de los operarios, etc.

La Ingeniería Industrial y la Investigación de Operaciones (IO) ofrecen técnicas como la optimización (ej. programación matemática) y la simulación que permiten formular modelos para resolver y analizar este problema.

Definiciones Claves:

1. p_{ij} : Tiempo de proceso del trabajo j en la máquina i
2. r_j : Tiempo de disponibilidad (release) del trabajo j
3. d_j : Fecha de entrega del trabajo j
4. w_j : Prioridad del trabajo j
5. Fecha de terminación (trabajo j): C_j
6. *Makespan* o tiempo máximo de terminación: $C_{max} = \text{Max}(C_j)$

7. Tiempo Flujo Promedio: $\sum C_j / n$ (número de trabajos)
8. Retardo L_j (trabajo j): $C_j - d_j$
9. Tardanza T_j (trabajo j): $\text{Max}(L_j, 0)$
10. Tardanza Media: $\sum T_j / n$ ($n =$ número de trabajos)
11. Tardanza Ponderada Total: $\sum w_j T_j$

La siguiente tabla ilustra un sistema de 4 trabajos para el caso de una sola máquina.

Trabajo	Tiempo de proceso	Fecha de entrega
J_j	p_j	d_j
1	6	8
2	4	8
3	10	16
4	2	24

Tabla 7.1. Ejemplo de programación en una sola máquina

Los problemas de programación de producción en la vida real son extremadamente difíciles de resolver y por lo general se utilizan soluciones aproximadas o simplificadas. Tal es el caso de las reglas de prioridad, comúnmente llamadas reglas de despacho.

Reglas de Despacho: Una regla de despacho asigna prioridades de procesamiento a los trabajos que se encuentran en la cola de una máquina en un momento dado. Algunas reglas de despacho son:

FCFS (First Come First Served) o **FIFO** (First In, First Out). Los trabajos son procesados en el orden de llegada a la cola de la máquina.

SPT (Shortest Processing Time) **First:** Los trabajos se ordenan de menor a mayor según su tiempo de proceso: Esto es $p[j] \leq p[j+1]$, ($p[j]$ es el tiempo de proceso del trabajo programado en la j -ésima posición).

LPT (Longest Processing Time) **First:** Los trabajos se ordenan de mayor a menor según su tiempo de proceso: Esto es $p[j] \geq p[j+1]$, ($p[j]$ es el tiempo de proceso del trabajo programado en la j -ésima posición)

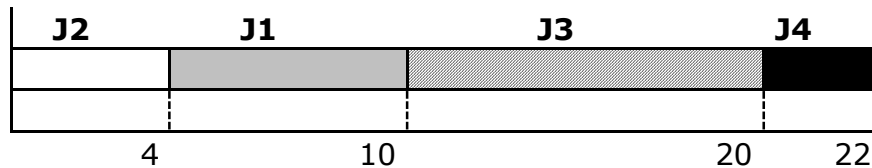
EDD (Earliest Due Date) **First:** Los trabajos se ordenan de menor a mayor según su fecha de entrega: Esto es $d[j] \leq d[j+1]$, ($d[j]$ es la fecha de entrega del trabajo programado en la j -ésima posición)

WSPT (Weighted Shortest Processing Time): Programa primero los trabajos con mayor valor de la relación w_j/p_j . Así se le asigna mayor prioridad a los trabajos con mayor importancia o "peso" y menor tiempo de proceso. Esto es $w[j]/p[j] \geq w[j+1]/p[j+1]$.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Una programación se puede mostrar gráficamente utilizando los Diagramas de Gantt⁴² (nombre otorgado en honor a Henry Gantt, uno de los pioneros de la administración científica del trabajo). La siguiente figura muestra el diagrama de Gantt y algunas medidas de desempeño evaluadas para la programación anterior. La tabla 7.2 muestra las fechas de terminación de los trabajos. Suponemos que el primer trabajo empieza en tiempo $t=0$.

Figura 7. 1. Diagrama de Gantt y medidas de desempeño



Trabajo	Tiempo de proceso	Fecha de Terminación	Fecha de entrega	Tardanza
Jj	pj	Cj	dj	Tj
2	4	4	8	-
1	6	10	8	2
3	10	20	16	4
4	2	22	24	-

Tabla 7.2. Programación

Medidas de desempeño		
Tiempo máximo de terminación	Cmax	22
Tiempo promedio de flujo	Favg	14
Tardanza máxima	Tmax	4
Suma de tardanzas	ΣT	6
Número de trabajos tardíos	NTT	2

Tabla 7.3. Medidas de desempeño

El problema de programación en una sola máquina es el más sencillo y se aborda tradicionalmente mediante la utilización de métodos heurísticos tales como reglas de secuenciación o reglas de despacho. Una heurística es un procedimiento o una regla intuitivamente razonable para resolver un problema, pero que no necesariamente garantiza la obtención de una solución óptima. Para algunos de los objetivos de desempeño en el caso de una sola máquina existen reglas de despacho que generan la solución óptima.

En el otro extremo, están los problemas en talleres de trabajo, en los cuales las máquinas se organizan de acuerdo a su funcionalidad en departamentos o centros de trabajo. Muchos productos de distintos tipos fluyen en lotes generando flujos cruzados e intermitentes sobre la planta. Un caso intermedio son los problemas de

⁴² Muestran en el tiempo la iniciación y terminación de cada actividad con una barra

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

máquinas en paralelo. En esta distribución hay una estación con máquinas idénticas (en el mejor de los casos) que debe procesar un grupo de trabajos. Cada trabajo debe ser procesado por alguna de las máquinas de la estación.

Los problemas de programación para los dos últimos casos mencionados son muy difíciles de resolver; son de naturaleza combinatoria y la mayoría de ellos están catalogados en la literatura como problemas "NP-duros".

Considere un problema de 2 máquinas en paralelo con 8 trabajos. Dependiendo de la secuencia en la máquina, cada trabajo requiere un tiempo de alistamiento (s_{kj}) antes de realizar la operación. Con base en los siguientes datos, desarrolle una programación que minimice el tiempo máximo de terminación de los trabajos y muéstrela utilizando un diagrama de Gantt.

Trabajo	Tiempo de proceso	Tiempos de alistamiento (from/to)							
	p_j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	-	1	6	10	4	8	12	6
2	12	2	-	20	20	1	8	20	1
3	8	10	2	-	4	8	2	12	20
4	10	4	6	20	-	20	6	20	2
5	2	10	1	20	2	-	20	1	20
6	14	8	2	1	20	20	-	20	2
7	6	1	4	20	20	4	20	-	6
8	4	4	1	8	2	12	6	10	-

Cuadro 7.1. Tabla de datos de trabajos y tiempos.

Los flujos en línea para procesos discretos corresponden a configuraciones dedicadas a producir de manera repetitiva un mismo producto incluyendo algunas variaciones. Algunos ejemplos son las líneas de ensamble incluyendo automotores, electrodomésticos y microcomputadores. La figura 3 ilustra la estructura típica de un flujo repetitivo en línea.

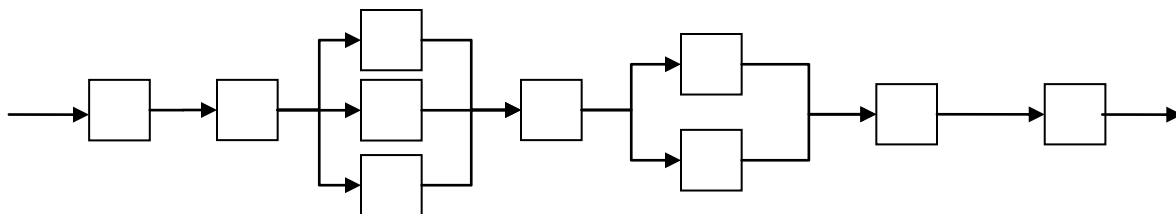


Figura 7.3. Línea de flujo típica.

Algunas características del sistema de producción en línea son:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- El equipo para el procesamiento y manejo de materiales está diseñado para la fabricación de un tipo de producto.
- Generalmente, el proceso de producción está dispuesto de manera que minimice el manejo de materiales y el trabajo se mueve a través del proceso a una velocidad fija.
- La línea tiende a estar en uso (o permanecer ociosa) durante un tiempo relativamente largo.
- Por lo general, la administración desea que exista una capacidad equilibrada de las diferentes estaciones de trabajo a lo largo de la línea.
- Los costos fijos son elevados y los costos variables son relativamente bajos. Una instalación de flujo dedicado requiere habitualmente un volumen elevado para alcanzar el punto de equilibrio.

Modelos Dinámicos

Algunos modelos y filosofías de producción de gran impacto y reciente popularidad han diseñado mecanismos orientados a mejorar la eficiencia y el desempeño de los sistemas de producción de flujo en línea. Entre ellos podemos mencionar el modelo Justo a Tiempo (JIT, por sus siglas en inglés) y el modelo de Teoría de las Restricciones (TOC).

El modelo de producción Justo a Tiempo desarrollado por Toyota Motors Co.⁴³ provee un sistema de control de planta y secuenciación de la producción basado en el uso de Kanbans (palabra japonesa que significa tarjeta). En este sistema, las órdenes de producción se generan de adelante hacia atrás (*pull system*). El trabajo es halado en la línea por señales generadas desde los usuarios finales o clientes. Las tarjetas sirven para autorizar órdenes de producción y movimiento de materiales. Es un sistema que está orientado a controlar los inventarios, y a evitar congestión y sobreproducción de la línea.

Algunos de los principios del sistema Justo a Tiempo son:

- ✓ Reducción de los tiempos de preparación y alistamientos.
- ✓ Mayor uso de procesos de flujo secuencial.
- ✓ Entregas más frecuentes de los proveedores.
- ✓ Incremento de mantenimiento preventivo.
- ✓ Prerrogativa de parar la producción.
- ✓ Empleo incrementado de trabajadores multifuncionales.

Recientemente, como un resultado de su investigación de doctorado y hoy publicado como un libro en gestión de la producción, Wallace Hopp y Mark Spearman⁴⁴ proponen un nuevo enfoque para la gestión de la manufactura. Su interés inicial fue el de entender y apoyar los procesos intuitivos de toma de

⁴³ Schonberger, Richard J. *Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity. Issues of Just-in-Time Production System*. New York: Free Press, 1982.

⁴⁴ Hopp Wallace, Spearman Mark, *Factory Physics: A new Approach to Manufacturing Management*. Northwestern University. 1994

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

decisiones en el control de planta y la programación de la producción. Su enfoque se basa en el estudio científico del comportamiento de la planta hasta poder derivar lo que ellos llaman las leyes de la dinámica de planta. Los conceptos básicos de la dinámica de planta incluyen las siguientes definiciones fundamentales:

- Trabajo en proceso (WIP-*Work In Process*): Es el inventario entre los puntos de inicio y final de la línea.
- Tiempo de ciclo (CT-*Cycle Time*): Es el tiempo entre la liberación de una orden al comienzo de la línea y su terminación al final.
- Tasa de salida (TH-*Throughput*): Es la tasa de producción por unidad de tiempo generada por la línea.
- Tasa del cuello de botella (r_b :*Bottleneck Rate*): Tasa de la estación con menor capacidad de producción.

Las leyes de la dinámica de planta establecen relaciones cuantitativas entre estos factores. Uno de los resultados más importantes se basa en modelos de teoría de colas y es el siguiente:

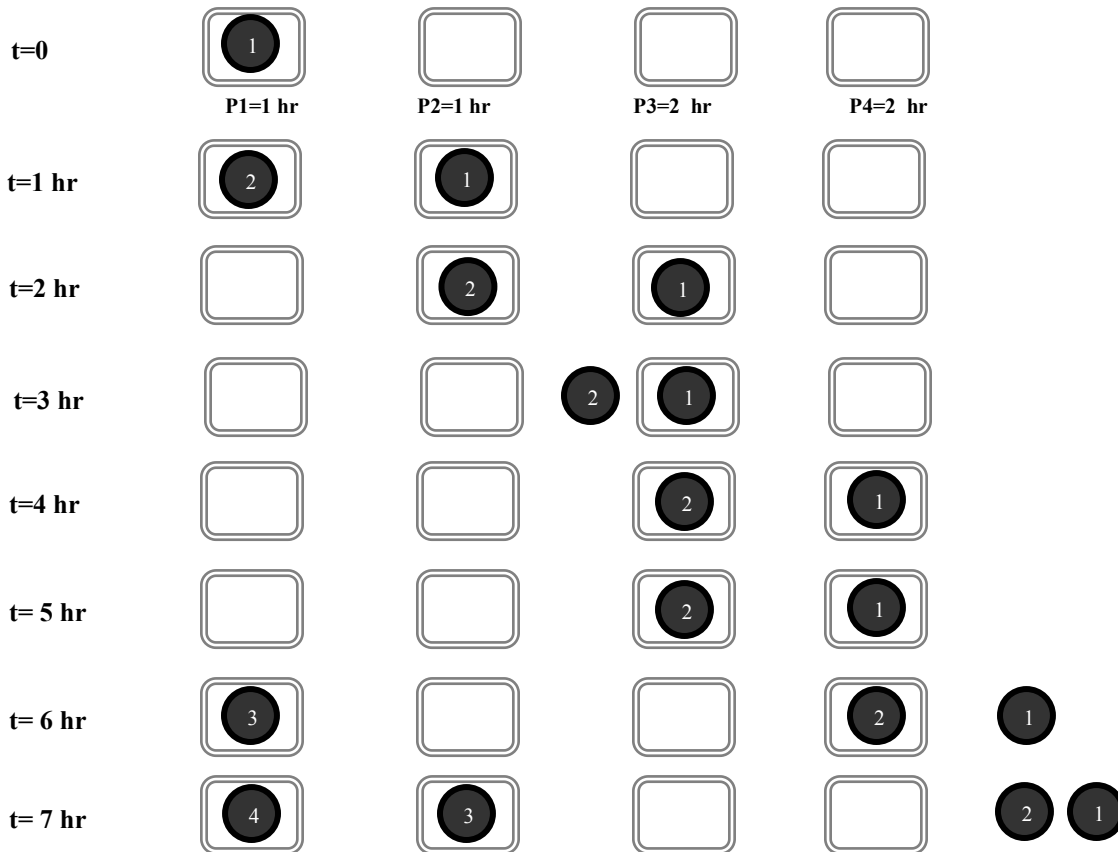
$$\text{Ley de Little: } TH = \frac{WIP}{CT}$$

Uno de los modelos de control de la producción propuestos en esta teoría se denomina CONWIP. Consiste en operar la línea con un nivel de trabajo en proceso constante. Una vez se ha alcanzado el nivel de inventario en proceso establecido, cada vez que sale un producto, se autoriza el ingreso de un nuevo producto al comienzo de la línea. Para una línea se define el WIP crítico (W_0) como aquél nivel de WIP para el cuál la tasa de salida es máxima y el tiempo de ciclo mínimo. La tasa de salida máxima está dada por el cuello de botella (r_b) y el tiempo de ciclo mínimo (T_0) por la suma de los tiempos de proceso. Con base en la Ley de Little $W_0 = R_b \times T_0$.

A continuación se realiza una simulación muy sencilla para el caso de una línea de ensamble con cuatro estaciones con el fin de ilustrar el principio y proponer algunas observaciones.

Los tiempos de proceso en cada estación son de una hora, 1 hora, 2 horas y 2 horas respectivamente. El tiempo de ciclo de ciclo mínimo T_0 está dado por la suma de los tiempos de proceso (6 horas). La tasa de salida máxima está dada por la tasa del cuello de botella definida por la estación con mayor tiempo (1 unidad / 2 horas). El WIP crítico $W_0 = (1/2) \times 6 = 3$ unidades.

Si operamos la línea con 2 unidades de WIP observaríamos que ocurre lo siguiente:



En un lapso de horas 6 (entre t=1 y t=7) salieron dos unidades y el sistema vuelve al estado inicial con WIP=2 en t=1. Aplicando la Ley de Little obtendríamos el mismo resultado: $TH = 2/6 = 1 \text{ unidad} / 3 \text{ horas}$

Un aporte bien importante es la extensión de estos conceptos al caso probabilístico en el cual se maneja variabilidad en los tiempos y las rutas de proceso. Esta propuesta permite estudiar y entender formalmente la dinámica de un sistema de producción y proponer mecanismos de decisión basados en métodos propios de la investigación de operaciones y la ingeniería industrial.

Extensiones del sistema CONWIP: Teoría de las Restricciones

Un sistema de planeación y programación de la producción basado en la Teoría de las Restricciones fue desarrollado por Eliyahu Goldratt⁴⁵. Este método implica aceptar la existencia de una fábrica desequilibrada en términos de capacidad. Al recurso más limitado se le llama restricción. El sistema genera un amortiguador de

⁴⁵ Goldratt, Eliyahu, Cox Jeff, *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Press Inc. 1986
Goldratt, Eliyahu. *The Theory of Constraints Journal*. 1989.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

capacidad a través de inventario en proceso en los puntos asociados a las restricciones. Las estaciones no restringidas también tienen un amortiguador asociado a la capacidad en exceso. La teoría de las restricciones es una filosofía nueva que tiene mucho en común con la de Justo a Tiempo, aunque también tiene grandes diferencias. Debido a que la teoría de las restricciones es relativamente nueva, solamente algunas empresas utilizan en forma activa todos sus conceptos y no existe mucha documentación al respecto. Entre las empresas que han reportado casos muy exitosos están General Motors, DuPont y AT&T.

El mecanismo tanto para programar la producción como para controlar el flujo de materiales se le ha denominado Tambor-Cuerda-Amortiguador (TAC). El tambor es la estación que marca el ritmo de la producción; en este caso es la estación cuello de botella; La cuerda es un mecanismo de autorización que evita que las colas (WIP) se desborden y el amortiguador corresponde a la cola en la estación cuello de botella que absorbe las variaciones en los procesos y garantiza que dicha estación siempre tenga trabajos que procesar. Por lo general el tamaño de la cola se mide en horas y corresponde al tiempo promedio que la estación cuello de botella se tardaría en procesar toda la cola. Los expertos recomiendan un tamaño de cola de entre $\frac{1}{4}$ y un $\frac{1}{3}$ del valor del tiempo total de proceso T_0 .

La idea fundamental es mantener la estación tambor operando a su máxima capacidad. Para los ejemplos siguientes, el tambor estará ocupado el 100% del tiempo.

Los pasos del método TAC son los siguientes:

1. Identificar la estación cuello de botella.
2. Programar los trabajos en la estación cuello de botella. Pueden usarse las reglas ya conocidas SPT, LPT, EDD o algoritmos más sofisticados de ser necesario.
3. Las estaciones previas al cuello de botella se programan "hacia atrás" tomando en cuenta el momento en que deben llegar a la cola de la(s) estación(es) sucesora(s).
4. Las estaciones siguientes al cuello de botella se programan "hacia adelante" tomando en cuenta el momento en que salen de la estación cuello de botella y de las estaciones sucesoras.

El siguiente ejemplo ilustra la metodología TAC.

Un sistema de producción tipo línea de producción (flow shop) opera continuamente. El sistema fabrica dos productos (J1 y J2) que se fabrican alternativamente en todas las máquinas del sistema. Esto es, en cualquier máquina se procesa un trabajo del producto tipo 1, luego un trabajo del producto tipo 2, luego un trabajo de tipo 1, etc. Los tiempos (horas) de los trabajos en las máquinas son los siguientes:

Producto	M1	M2	M3	M4
----------	----	----	----	----

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

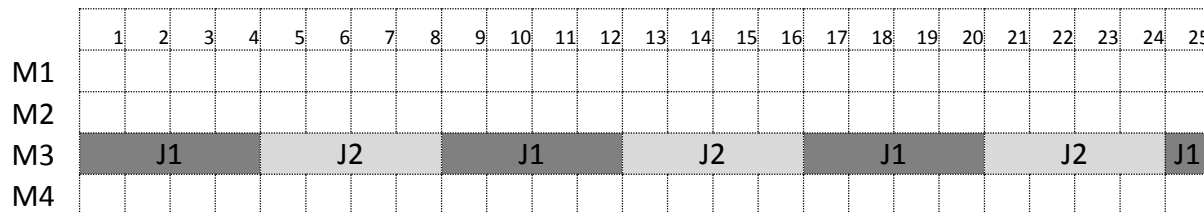
J1	2	3	4	1
J2	3	2	4	1

Los tiempos de desplazamiento entre las máquinas son despreciables.

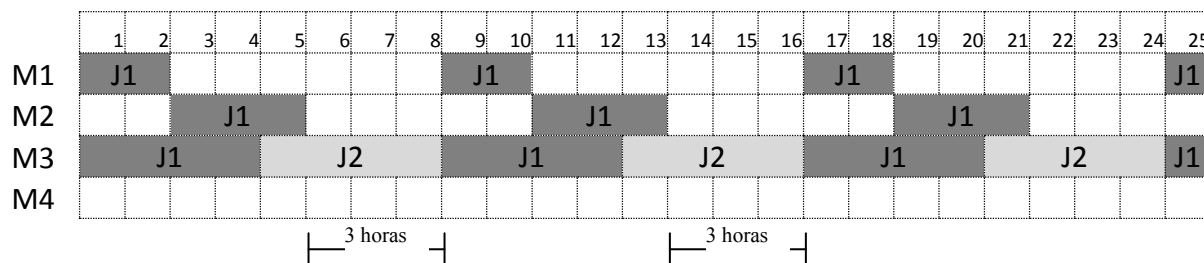
El sistema opera bajo la disciplina TAC de forma que los dos trabajos esperan 3 horas, **en estado estable**, en la cola de la máquina cuello de botella. Dibuje el diagrama de Gantt correspondiente. Halle la tasa de producción, el tiempo de ciclo y el WIP **de cada producto**.

Pasos:

1. Identificar la estación cuello de botella. En este caso es la máquina M3 puesto que es la máquina con menor tasa de producción para ambos productos. Esta máquina es el Tambor.
2. Programar la estación cuello de botella. Los trabajos J1 y J2 se programan alternativamente y supongamos que el sistema está en estado estable. Dado que la estación cuello de botella debe estar utilizada al 100% de su capacidad, los trabajos 1 y 2 se programan así:



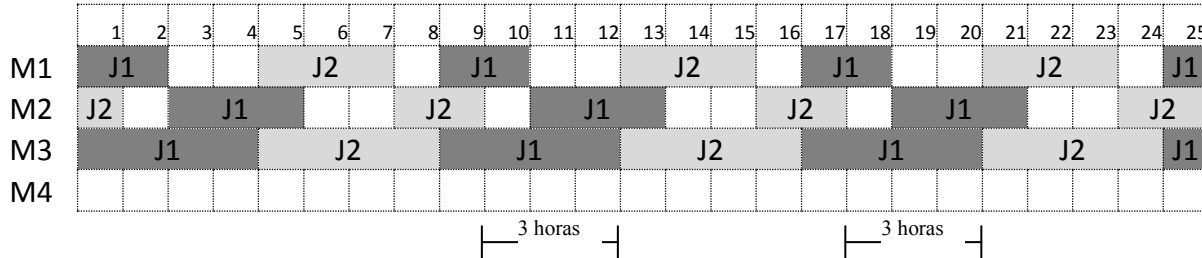
3. Los trabajos en las estaciones previas al cuello de botella se programan hacia atrás teniendo en cuenta la restricción de que deben esperar 3 horas en la cola de M3. Los trabajos se programan en M2 para que terminen 3 horas antes de su hora esperada de inicio en M3. Los trabajos se programan en M1 de forma tal que su hora de terminación sea la misma hora de inicio en M2. Se muestra la programación del trabajo 1. Note que el trabajo 1 espera 3 horas en la cola de M3 y no espera en cola en M2.



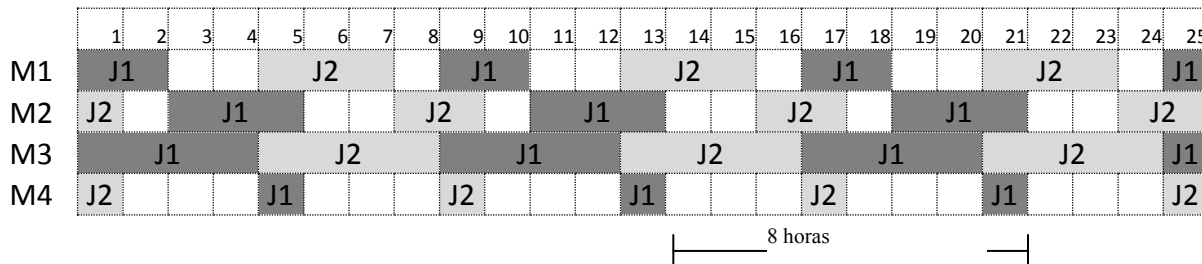
Ahora se programa el trabajo 2. Al igual que el trabajo 1, el trabajo 2 debe esperar 3 horas en la cola del cuello de botella y no espera en cola en M2. Si

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

hubiere más trabajos y/o más estaciones previas al cuello de botella, se haría el mismo procedimiento.



4. Finalmente los trabajos en las estaciones posteriores al cuello de botella se programan hacia adelante o tan pronto salen de las estaciones previas.



Verifiquemos la Ley de Little: El ejemplo se hace para el producto 1; para el producto 2 se deja como ejercicio. La tasa de producción (TH) del producto 1 es de una (1) unidad cada 8 horas (1/8 unidades por hora). El tiempo de ciclo (CT) es de 13 horas ($T_0 = 10$ horas de proceso + 3 horas en cola). El WIP promedio es de 13/8 unidades ($CT \times TH$). El WIP promedio también puede calcularse de esta forma: Empezamos a contar en $t=0$. Entre $t=0$ y $t=5$ hay 2 unidades en el sistema del producto 1. En $t=5$ sale una unidad del producto 1 dejando sólo 1 unidad entre los tiempos $t=5$ y $t=8$. En $t=8$ una nueva unidad del producto 1 ingresa al sistema y se repite el ciclo. Entonces durante 5 horas se tuvieron 2 unidades y durante 3 horas se tuvo 1 unidad. El promedio entonces es $((5 \text{ horas} \times 2 \text{ unidades}) + (3 \text{ horas} \times 1 \text{ unidad})) / (8 \text{ horas del ciclo}) = 13/8$.

PROBLEMAS

Actualmente, la FAC es el mayor productor de motores de aviones de de combate F-16. Por esta razón, aumentaron el número de trabajos de motores, pasando de 1 a 5 trabajos (j). En la siguiente tabla se muestran los tiempos de proceso (p_j), tiempos de entrega (D_j)

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Tabla 1. Información de los trabajos a programar

Trabajos	1	2	3	4	5
P_j	8	4	5	2	6
D_j	21	19	28	9	15

El comandante general de la fuerza aérea desea saber la programación de los 5 trabajos de motores aplicando las siguientes reglas de despacho: SPT - EDD

Programación de acuerdo a SPT

JOB	P _j	D _j	C _j	L _j	T _j

Programación de acuerdo a EDD

JOB	P _j	D _j	C _j	L _j	T _j

A partir de las programaciones de la producción anteriores (**SPT – EDD**) complete la siguiente tabla:

	SPT	EDD
Tiempo Promedio de flujo		
Tardanza Promedio		
Cantidad de trabajos tardíos		

- ¿Qué regla de programación de la producción es mejor? ¿Por qué?

CAPÍTULO 8. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES **Jaime Enrique Varela⁴⁶**

La Investigación de Operaciones comenzó su auge con la aparición de los computadores en la década de 1940 y especialmente durante la segunda guerra mundial; Dantzig en 1947 inventó un método para resolver problemas de Programación Lineal⁴⁷. La Investigación de Operaciones consta de diversas herramientas matemáticas que permiten construir modelos de la realidad. Con la mejora permanente de la velocidad de procesamiento de los computadores que hoy permiten realizar millones de cálculos por segundo, es posible resolver problemas que hace veinte años eran imposibles de resolver, aún con los computadores más rápidos de la época.

No es del todo fácil definir qué es Investigación de Operaciones (I.O)⁴⁸. Existen diversas definiciones en los textos, pero se podría decir que la I.O. es un enfoque científico interdisciplinario para la solución de problemas, que implica la interacción compleja dinámica y subjetiva de hombres, métodos y sistemas, a los cuales, en algunos casos, no se les puede proporcionar una solución exacta por medio de los procedimientos matemáticos o por medio de técnicas de ensayo y error. Utilizando modelos matemáticos como un recurso primario, la metodología de la I.O está diseñada para cuantificar y acotar estos problemas dentro de un marco de restricciones específicas, medidas, objetivos y variables, de tal forma que se busquen controles óptimos de operación, decisiones, niveles y soluciones.

Como se ha sugerido, el campo de acción de la I.O es muy amplio. Como muchas otras ciencias, utiliza el famoso método científico. El proceso contempla la observación detenida del problema, su formulación clara y precisa y la construcción subsiguiente de un modelo matemático que describa adecuadamente el problema. Hablamos de un modelo adecuado pues se requiere que, sin ser éste demasiado sofisticado, represente en la mejor forma posible el sistema que se desea analizar. Una vez que se cuente con esta abstracción útil de la realidad, se puede pensar en un análisis detallado del modelo.

El proceso de solución que se debe seguir al tratar de resolver un problema por medio de las técnicas de I.O, se puede presentar en una forma más esquemática.

- 1) Las implicaciones concernientes a la toma de decisiones dentro del proceso de solución del problema han de ser claras. Por ejemplo, al trabajar sobre el problema de la introducción de un nuevo producto al mercado, hemos de tener en cuenta qué tan beneficiosa puede ser su producción, su venta, y si se deberá o no aumentar la capacidad de la planta y, en fin, cualquier otro tipo de decisión concerniente con esta acción.

⁴⁶ Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes

⁴⁷ Dantzig, G.B. Linear Programming and extensions. Princeton University Press y Rand Corporation, 1963

⁴⁸ Varela, Jaime Enrique. Introducción a la Investigación de Operaciones, Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1982.

2) Todo el análisis empleado ha de estar bien respaldado en criterios de efectividad claramente definidos con anterioridad. Algunos criterios muy utilizados son, por ejemplo: la minimización de los costos y la maximización de las utilidades, entre otros.

3) Se deberá poder construir un modelo matemático que nos permita describir la situación en una forma apropiada. Sólo a través de un modelo "apropiado" podremos manipular los datos en una forma ordenada y eficiente.

4) La manera de implementar el modelo es característica de todo problema que se trata de resolver por medio de estas técnicas. La existencia de enormes cantidades de información y datos con los cuales se debe trabajar en estos problemas hace necesario acudir, en la gran mayoría de los casos, a la ayuda de un computador. Se podría, además, añadir que la estadística y el procesamiento eficiente de la información son características comunes a todos los problemas o a la mayoría, de los problemas de I. O.

Vale la pena anotar una característica adicional con la cual debe culminar todo proceso de análisis de un problema de I.O. Se trata de un análisis de sensibilidad de los resultados provenientes del modelo; es decir, se reconoce que existe una variabilidad en los datos del modelo y que se pueden presentar una variedad de condiciones; por ejemplo, escenarios optimistas y pesimistas, costos altos y bajos, demanda máxima y mínima, etc. Este aspecto adicional surge del hecho de que no basta con plantear un modelo que contenga toda la información que se cree que interviene en el fenómeno, ni dar una solución a éste a través de técnicas comprobadas. Es indispensable acondicionar las soluciones obtenidas al caso especial en estudio, pensar en qué medio van a operar las soluciones planteadas y tener muy en cuenta las condiciones variables.

Otra particularidad de importancia es poder generar modelos que el usuario pueda entender, que se encuentre de acuerdo con la lógica del mismo y la definición de los parámetros que se utilizan; de lo contrario, el usuario se resistirá a utilizar el modelo.

Parte del secreto de la Investigación de Operaciones se encuentra en construir los modelos apropiados para una situación de la realidad. Existen productos y software que han sido diseñados para facilitar la construcción de modelos. Los lectores interesados pueden consultar la página <http://www.gams.com> que describe el "General Algebraic Modeling System", que facilita la construcción y solución de gran variedad de modelos matemáticos.

Las herramientas principales que han sido objeto de estudio en Investigación de Operaciones son las siguientes:

- Técnicas de optimización
- Programación lineal, no lineal, y entera

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Programación dinámica
- Flujo en redes y gráficas
- Problemas de transporte
- Teoría de localización
- Teoría de colas
- Teoría de inventarios
- Teoría de secuenciación (scheduling)
- Cadenas de Markov
- Simulación
- Teoría de juegos

El mundo de la Investigación de Operaciones es mucho más amplio y existen otras técnicas más avanzadas y complejas que no se mencionan en esta lista.

En forma breve se presentan ejemplos de problemas de la vida real y que han sido planteados matemáticamente por medio de estas técnicas:

Algunos problemas de Investigación de Operaciones

Un problema de estudiantes de Colegio

La Secretaría de Educación de Bogotá atiende unos 1.200.000 niños en sus colegios oficiales que son alrededor de unos 400. Estos colegios se ubican en todas las localidades del Distrito. Anualmente se presenta dos problemas para las madres de los niños: 1) Conseguir cupo en un colegio cercano a su sitio de vivienda y 2) que le ofrezcan servicio de transporte a sus hijos para llevarlos y traerlos del colegio.

Cada año unos niños salen y otros quieren entrar. La idea es tener la mínima cantidad de niños asignados lejos de sus casas, lo que se puede medir como las distancias de todos los hogares de los niños a sus respectivos colegios. Se quiere encontrar cual es el valor mínimo de esa suma de distancias. Luego viene el problema de los buses y las rutas para recoger a los niños que requieren transporte. Cómo puede hacer la Secretaría de Educación para definir rutas y modalidades de buses para que el costo de transportar todos esos niños sea la menor cantidad posible ?

Repartir el Periódico EL TIEMPO (www.eltiempo.com) en Bogotá

Este periódico tiene unos 150.000 suscriptores de Lunes a Sábado y un número ligeramente mayor los domingos. Las instalaciones donde se imprime el periódico se encuentran sobre la calle 26 en la vía que lleva al aeropuerto. Cada suscriptor debe recibir su ejemplar entre las 4 am y 5 am todos los días. Para ayudar a resolver su problema, el periódico definió 100 sectores que cubren la ciudad que se definen por medio de coordenadas geográficas y la cantidad de ejemplares; un edificio puede tener un número plural de suscriptores. La forma de entregar el

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

periódico puede ser desde bicicleta, motocicleta, furgones pequeños, camiones medianos y mezclas diferentes. Cómo hace el periódico para que sus costos de transporte sean lo menor posible ?

El problema del morral o del avión de carga

Un excursionista se enfrenta a la decisión de cuáles artículos y en qué cantidad debe incluir en su morral para el viaje de fin de semana. Tiene un morral con capacidad limitada y cada artículo tiene un peso expresado en gramos y nuestro excursionista le ha asignado un valor o beneficio a cada artículo que incluya en su morral. El problema entonces busca seleccionar los artículos para incluir en el morral para maximizar el beneficio o valor, de tal forma que la suma de los gramos de los artículos no exceda la capacidad del morral.

Un problema paralelo es el del avión de carga⁴⁹ que tiene una capacidad de transporte en toneladas y se quiere transportar varios artículos, cada uno con peso diferente y un valor o beneficio diferente; es decir el problema es exactamente el mismo y fue estudiado por los pioneros de la Programación Dinámica.

Otro similar del mismo estilo se refiere a la posibilidad de realizar inversiones en diferentes proyectos, cada proyecto requiere una inversión por unidad y se obtiene un beneficio o retorno individual, con la restricción de tener un presupuesto disponible para invertir.

Distribuir los productos de Alpina (www.alpina.com.co) en Bogotá

Alpina tiene una de sus fábricas en el municipio de Sopó a unos 40 kilómetros de Bogotá, fabrica una gran variedad de productos en líneas de Lácteos, Quesos, Bebidas, Postres, Yogurt, Compotas y otros en diversidad de presentaciones y tamaños. Bogotá tiene unos 40.000 establecimientos de la categoría de Tiendas de barrio, Panaderías, Cafeterías y Restaurantes. Todos estos consumen de alguna forma productos de Alpina o de su competencia. El gran problema es satisfacer esta demanda que tiene características como las siguientes: la mezcla de productos de cada sitio es diferente, no todos venden quesos por ejemplo, la cantidad de consumo depende de cada sitio, la frecuencia de consumo difiere para cada uno; algunos pedirán leche en forma diaria mientras que otros lo harán con una frecuencia diferente.

El problema de cumplirle diariamente a todos los clientes con todos los productos que solicitan no es una tarea fácil; en primer lugar la fábrica siempre debe tener disponibilidad de los productos que se demandan, con la característica de que son productos perecederos. El transporte requerido para abastecer esos 40.000 sitios y también las tiendas de cadena que se encuentran por toda la ciudad es algo que requiere muchísimos cálculos, pues se busca tener el menor costo posible.

⁴⁹ http://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM1889.html

Asignar tripulantes a un camión recolector de dinero

Las empresas de transporte de valores usualmente tienen 3 funcionarios en cada camión de transporte, un conductor y dos escoltas. El área de operaciones tiene rutas definidas de acuerdo a los clientes que debe visitar un camión. Se tienen rutas de la mañana y rutas de la tarde para entregar y recoger dinero u otros valores. Todas las rutas tienen una duración y longitud diferente aproximándose a las 8 horas cada una.

Para asignar los tripulantes a cada vehículo se busca lo siguiente:

- Es deseable que los 3 tripulantes tengan compañeros diferentes cada día; es decir se busca que no se familiaricen y siempre tengan compañeros diferentes.
- Los tripulantes no conocen cual ruta se les va a asignar y estas también se generan en forma aleatoria o al azar.
- Cada tripulante debe descansar por lo menos dos domingos.
- Cada domingo trabajado da derecho a un día compensatorio entre semana.
- En caso de tener que hacer horas extras, estas deben estar repartidas en forma equitativa entre los tripulantes.
- No es deseable que un tripulante tenga jornadas menores a 35 horas semanales.
- Hay 5 miembros del sindicato que tienen permiso laboral todos los miércoles por la tarde.
- El itinerario de los 80 camiones debe publicarse cada día a las 6 a.m. y solo el director de operaciones lo conoce de antemano.
- Deben tenerse tripulantes de respaldo para las eventualidades de aquellas personas que no pueden llegar al trabajo.
- Cada tripulante tiene derecho a 15 días hábiles de vacaciones en forma anual y son programadas por el director de operaciones.

Puede verse que este es un problema que no es fácil de resolver y se presenta en muchas otras situaciones de empresas de transporte, como es el caso de los pilotos de una aerolínea donde se presentan más restricciones desde el punto de vista aeronáutico. Por ejemplo, las horas de vuelo de un piloto están limitadas en forma

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

mensual y en forma diaria, si un piloto vuela durante cinco días seguidos, debe descansar otros tres. Todos los pilotos tienen 9 días de descanso al mes.

Un problema de asignación de recursos

La *Programación Lineal*, tal vez una de las técnicas de Investigación de Operaciones más popular y de mayor uso, tiene dentro de sus problemas clásicos, el problema de la asignación de recursos. Se busca optimizar (maximizar o minimizar) una *función objetivo* compuesta de la suma de valores de unos recursos o *variables* que deben cumplir con una serie de condiciones, también expresados como sumas y conocidas como las *restricciones*; se supone igualmente que los recursos que se asignan y de los cuales se dispone son cantidades no negativas (mayores o iguales a cero).

Un ejemplo clásico es el *problema de la dieta*; en este caso, se dispone de unos alimentos que tienen un costo por libra y proporcionan una cantidad de vitaminas por libra y una cantidad de proteínas por libra. La formulación del problema busca encontrar las cantidades óptimas de estos alimentos de tal forma que se cumpla con unos requisitos mínimos de vitaminas y proteínas, buscando que el costo de la mezcla sea el mínimo. Este problema en la vida real considera una gran variedad de alimentos y una mayor cantidad de restricciones y se utiliza en la industria de fabricación de alimentos concentrados.

Para ilustrar el problema supongamos que se tienen arroz y papa y sus características son las siguientes:

La libra de arroz tiene un costo de \$ 1.000 y produce 50 unidades de vitamina y 20 de proteína.

La libra de papa tiene un costo de \$ 900 y produce 40 unidades de vitamina y 60 de proteína.

Los perros a quienes vamos a alimentar con estos dos productos requieren 400 unidades diarias de vitamina y 240 unidades diarias de proteína.

El problema se formula en la forma siguiente:

Minimizar el costo de la dieta (se da el nombre de Z a la función objetivo)

$$\text{Min } Z = \$1.000 * \text{libras de arroz} + \$ 900 * \text{libras de papa.}$$

Sujeto a: (aquí se escriben las restricciones)

$$\text{Vitamina: } 50 * \text{libras de arroz} + 40 * \text{libras de papa} \geq 400$$

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Proteína: $20 * \text{libras de arroz} + 60 * \text{libras de papa} \geq 240$

Libras de arroz y papa ≥ 0 .

En lugar de escribir libras de arroz y libras de papa, podemos adoptar la convención de colocar X_1 para el arroz y X_2 para la papa y escribir el problema en forma más compacta.

$$\text{Min } Z = 1000 * X_1 + 900 * X_2$$

$$\text{s.a.} \quad \begin{array}{l} 50 * X_1 + 40 * X_2 \geq 400 \\ 20 * X_1 + 60 * X_2 \geq 240 \end{array}$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Al utilizar la notación de X_1 y X_2 y dado que solo tenemos dos variables, se puede hacer un gráfico para representar las restricciones y la función objetivo que es el siguiente:

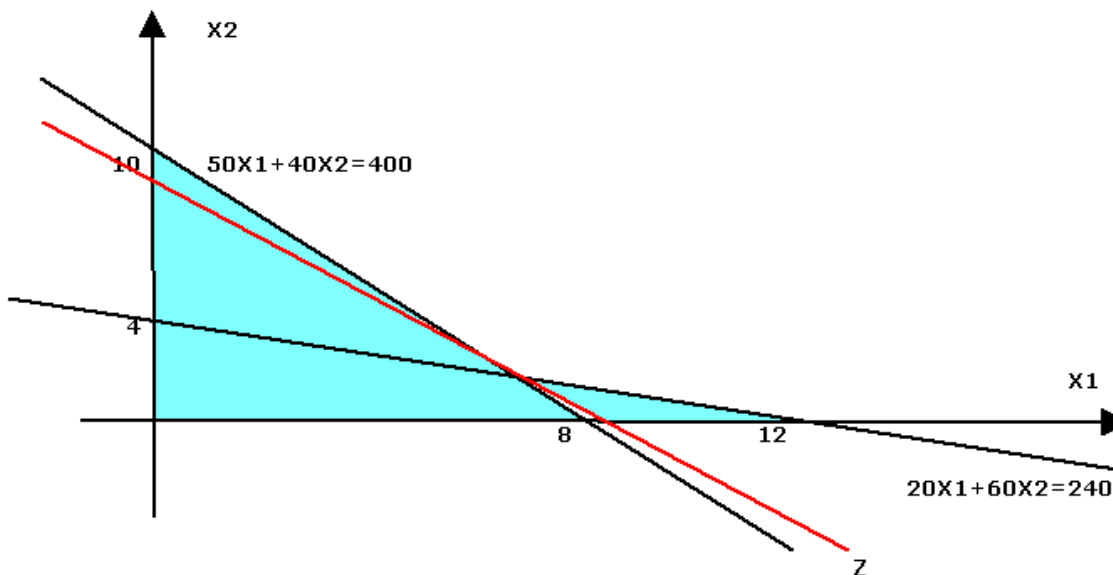


Figura 19. Representación gráfica del problema de programación lineal

Los valores que se encuentran por encima de la región marcada en azul, son los valores posibles o *región factible* que satisface las restricciones; la región marcada en azul contiene valores no factibles. La línea en rojo muestra la función objetivo Z que produce el valor mínimo de costo de la mezcla. Usted puede encontrar que los valores óptimos para X_1 y X_2 son:

$$X1 = 72/11, \quad X2 = 20/11, \quad Z = 90.000/11$$

Una propiedad de los problemas de Programación Lineal indica que la solución óptima siempre se encuentra en una esquina o *punto extremo* de la región factible; los puntos extremos en el caso anterior son:

$$\begin{aligned} X1 = 12 \text{ y } X2 = 0 \\ X1 = 0 \text{ y } X2 = 10 \\ X1 = 72/11 \text{ y } X2 = 20/11 \end{aligned}$$

Un problema de distribución y transporte

El problema del transporte se presenta en la vida diaria de las empresas que deben enviar sus productos desde diferentes plantas o bodegas, hasta sus clientes que se encuentran en sitios diversos. La capacidad de producción de las plantas o bodegas de almacenamiento es limitada, y la demanda de los clientes se conoce y se supone que es menor a la producción total, pues de lo contrario se dejarían de atender clientes.

Las plantas o bodegas se encuentran localizadas en diferentes ciudades, al igual que los clientes. Se conocen los costos de transporte por unidad enviada, entre cada planta o bodega y cada cliente. El problema busca encontrar la mejor forma posible de atender a los clientes desde las plantas o bodegas minimizando los costos de transporte.

Se supone que se conocen los sitios de origen y destino y el costo de enviar cada unidad entre cada uno de estos puntos; igualmente la capacidad de las plantas y la demanda de los clientes. Esta presentación es la más sencilla y en la vida real ocurren situaciones más complejas, por ejemplo, trasbordo de mercancías entre bodegas, cambios en los medios de transporte, barco, avión, camión, camioneta, variedad de productos, etc.

El problema que se presenta gráficamente enseguida es la versión más sencilla y clásica que se ha estudiado en los textos de Investigación de Operaciones.

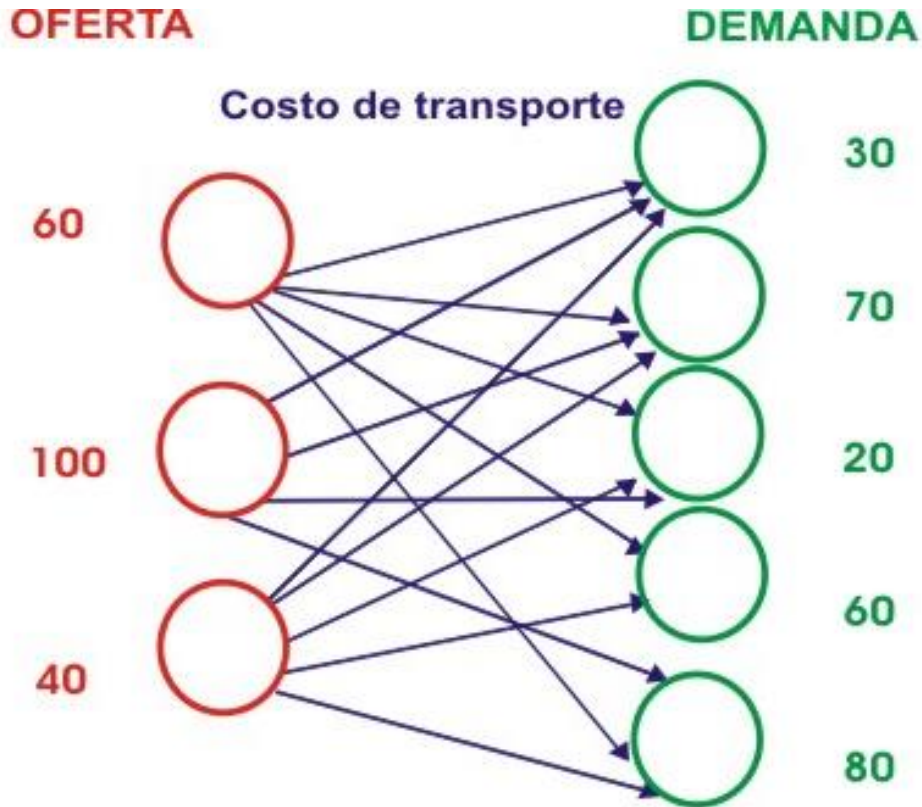


Figura 20. Representación grafica de un problema de transporte

Problema: minimizar los costos de transporte

Costos = cantidad que c/u envía * costo de transporte/unidad

Restricciones:

Cantidad que envía cada planta \leq capacidad fábrica

Cantidad que recibe cada cliente \geq demanda requerida

Se pueden definir las variables X_{ij} , como la cantidad que se envía desde la planta i hasta el cliente j , para plantear este problema como un conjunto de restricciones, tal como se hizo en el caso $\leq b_1$ anterior; asigne costos a las rutas posibles y escriba el modelo resultante.

Al igual que en el caso anterior, el planteamiento para un problema de solo dos fábricas o bodegas y tres clientes es el siguiente:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

$$\text{Minimizar } Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23}$$

Sujeto a:

$$\begin{array}{rcccccc} X_{11} + & X_{12} + & X_{13} & & & & \leq b_1 \\ & & & X_{21} + & X_{22} + & X_{23} & \leq b_2 \\ X_{11} + & & & X_{21} & & & \geq d_1 \\ & X_{12} + & & & X_{22} & & \geq d_2 \\ & & X_{13} + & & & X_{23} & \geq d_3 \end{array}$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Donde los valores de C_{ij} son los costos de transporte entre las plantas hasta los clientes, los valores de b_i corresponden a la capacidad de producción de las dos plantas y los valores de d_j corresponden a las demandas de los tres clientes.

Para el caso de la figura 20 la tabla correspondiente por medio de la cual se puede representar el problema se muestra a continuación. Lo números entre los cajones de cada celda representan el costo de transporte entre cada punto de oferta y cada punto de demanda. Los valores de la oferta se muestran al lado derecho y los valores de demanda en la parte inferior.

	8	6	7	8	3	60
	9	5	3	2	10	100
	6	10	9	6	5	40
	30	70	20	60	80	

La empresa Bavaria tiene 6 fábricas de cerveza, 2 malterías y 25 centros de distribución en el país. Los centros de distribución a su turno, envían la cerveza a los municipios por medio de camiones de menor capacidad. La variedad de presentaciones y marcas de cerveza, en lata, en botella y sus combinaciones, son unos 10 productos diferentes. Pensando en las 52 semanas que tiene el año, al definir un problema de transporte para las 6 fábricas, 25 centros, 10 presentaciones y 52 semanas, tendríamos:

$$6 \times 25 \times 10 \times 52 = 78.000 \text{ variables.}$$

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Escribir las restricciones de este problema y obtener los datos para poderlo resolver son de por sí una tarea bastante complicada. Sin un computador y un software adecuado, resolver este problema es imposible. Esta es una de las características de muchos problemas de Investigación de Operaciones. La cantidad de variables suele ser una cantidad bastante grande.

Un problema de inventarios

Los problemas de inventarios se presentan en infinidad de situaciones, incluso en nuestros hogares cuando comienza a desocuparse el refrigerador. Hay reglas empíricas que muestran la decisión a la que se enfrenta, por ejemplo decir: "Cuando queden sólo cuatro píldoras, ordene más". La gráfica que se presenta a continuación muestra un posible comportamiento de la cantidad de unidades en inventario a lo largo del tiempo.

Existe una cantidad de artículos en un almacén o bodega que se van agotando con el consumo, ventas o demanda por el producto. La vida sería muy fácil si simplemente se colocara un pedido cuando la cantidad esté a punto de llegar a cero; sin embargo, existen muchas variables que impiden que nuestro sano juicio logre controlar este sistema con la precisión debida. La demanda o consumo no es estable y puede variar en forma probabilística; es decir, hoy nos compran una camisa, pero mañana pueden comprar tres. Nuestro proveedor de camisas puede demorarse más de la cuenta en entregarnos el pedido que le hicimos, o lo entrega incompleto. Si nuestro producto tiene proveedores en el exterior, el tiempo de entrega de nuestro producto puede tomar meses lo que aumenta la incertidumbre.

Por otro lado, en lugar de pensar que tenemos camisas almacenadas, debemos pensar que tenemos dinero almacenado, y que sería mejor tenerlo en una cuenta de ahorros o en el banco en un certificado de depósito; es decir, existe un costo de oportunidad del dinero que tenemos invertido en camisas.

Hacer los pedidos a nuestro proveedor no es gratuito, incurrimos en costos administrativos de los empleados que generan la orden de pedido o el llamado departamento de compras.

Si alguien llega a comprar camisas y no las tenemos en inventario, es posible que perdamos una venta; en algunos casos el cliente decide esperar y regresar a la semana siguiente cuando nos llegará un nuevo surtido de camisas, pero de todas formas se presenta la probabilidad de perder la venta. También puede ocurrir que le tomamos el pedido para entregar después lo que nos genera costos administrativos adicionales.

Al igual que en el caso del problema del transporte, se ha partido del modelo más sencillo para generar una solución que se encuentra en los libros y existen infinidad de variantes que contemplan otras situaciones que ocurren en la vida real. Por ejemplo, el caso de los artículos perecederos o el caso de los artículos de

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

temporada. Las verduras que se dañan porque no hubo suficientes ventas ? ¿Qué ocurre con los periódicos que el vendedor no pudo vender durante el día? ¿O los árboles de navidad que quedaron sin vender el 24 de diciembre?

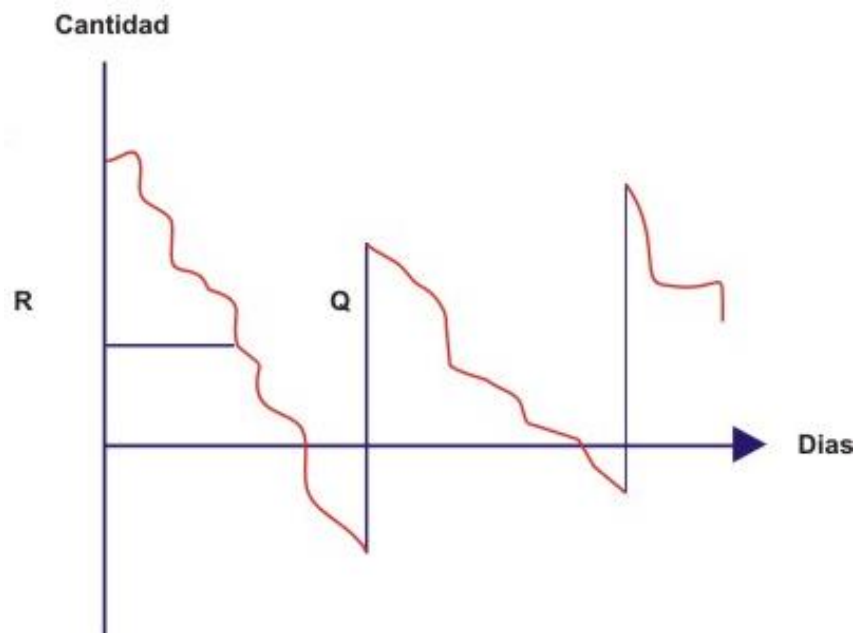


Figura 21. Representación grafica de un problema de inventarios

Problema: minimizar el costo del inventario =

Costo de pedir + costo de mantener + costo de entregar tarde

R = punto de reorden (cuando queden sólo 4 píldoras, ordene más)

¿Cuál debe ser la cantidad Q que debemos pedir para minimizar los costos?

Como se menciona en la introducción a este tema, los problemas de inventarios tienen una gran cantidad de variantes y situaciones que hacen que el problema no sea siempre fácil de resolver.

Los Japoneses de TOYOTA se idearon el método que se conoce con el nombre de Justo a Tiempo (JIT – Just in Time - en inglés) y en el cual se supone que la cantidad que se ordena de inventario es precisamente la que se requiere para producción, de tal forma que en teoría no hay inventarios. Las fábricas ensambladoras de vehículos en Bogotá hacen planes de producción que van actualizando y modificando en forma mensual y con un detalle de la cantidad de vehículos que piensan ensamblar durante las semanas del mes; en esta forma, sus proveedores de autopartes, deben ceñirse a este plan de producción y enviar sus autopartes en las fechas definidas por la fábrica; por ejemplo un proveedor de los asientos, debe enviar en las fechas previstas, la cantidad de asientos solicitada, ni

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

más ni menos, en esta forma la ensambladora no acumula inventarios al utilizar la filosofía del Justo a Tiempo.

Al mirar la letra R o punto de Reorden de la figura anterior, se tienen situaciones complejas de manejar, por ejemplo, si nuestro proveedor se encuentra en el extranjero, el tiempo de reorden, o la duración desde el momento en que se hace el pedido, hasta el día en que llega a nuestras instalaciones puede ser de varios meses, tres, cuatro meses. Un amigo Ingeniero Industrial debe importar el cuero en pieles para forrar los asientos de los vehículos que le pide la ensambladora, desde Brasil, donde le garantizan una alta calidad sin imperfectos como rayaduras o cicatrices en la piel. Esto toma tres meses, tampoco puede pedir cantidades pequeñas, sino que debe ordenar un lote mínimo de pieles para los pedidos.

Nuestro Banco de la República obtiene el papel para la fabricación de los billetes de unas pocas fábricas especializadas en el mundo, pues se trata de papel con altas especificaciones de seguridad contra delincuentes y adicionalmente en estas fábricas hacen la primera impresión de los relieves que llevan los billetes y entregan el papel en pliegos grandes de una resma cada paquete, 500 hojas o pliegos. Entonces, cada paquete viene con los relieves del billete respectivo; es decir, no sirven para fabricar otro billete. Por ser fábricas tan especializadas y exclusivas, el tiempo de reorden es de 4 meses en una situación normal. En situaciones anormales, que ocurren de vez en cuando, por ejemplo que la China hace un pedido, los países pequeños salen del plan de producción y deben esperar meses adicionales. Qué tal que en el país se produzca escasez de alguno de los billetes por problemas de esta naturaleza.

Otra situación muy común en el manejo de inventarios es la gran cantidad de artículos que se deben manejar. La empresa de Acueducto o la de Teléfonos, fácilmente tienen unas 10 a 20.000 referencias de artículos que manejan en sus bodegas de materiales. Una empresa de menor tamaño puede tener 500 a 1.000 referencias. En la gran mayoría de estos casos se ha encontrado lo que se conoce con el nombre del Principio de Pareto. Este dice que un porcentaje pequeño de los artículos, 10 o 20 %, generan la mayor parte del costo, 70 a 80 % del costo y que el resto 80 % solo representan un 20 % del costo. En otras palabras, unos pocos artículos son los que se deben controlar con mayor precisión, mientras que otros de menor costo o valor, se pueden manejar con más flexibilidad. Para hacer la lista del Pareto, simplemente se toman las unidades compradas el año anterior y se multiplica por el costo de cada artículo y posteriormente se ordenan de mayor a menor; se obtiene para cada artículo el porcentaje individual de la compra total y se van sumando los porcentajes para encontrar cuales artículos son responsables del 20 % de las compras realizadas el año anterior. En esta forma, si se desea, se puede hacer una clasificación de los artículos en tipo A, B y C, donde los A son los de mayor importancia y los C los de menor importancia.

Esta situación del Pareto se aplica a muchas otras situaciones de la vida cotidiana. Por ejemplo, pocas personas con mucho dinero, muchas personas con poco dinero.

Un problema de optimización

Dentro de los diversos problemas que planteamos para las situaciones que queremos estudiar en nuestras empresas, con frecuencia se encuentran funciones que contienen una o más variables que hacen muy compleja la búsqueda del punto máximo o del punto mínimo. Los métodos clásicos del cálculo de encontrar la primera derivada de la función $f(x)$ generalmente no funcionan, y por esta razón debemos acudir a diferentes técnicas de optimización; de nuevo, la variedad de métodos es muy amplia y se utilizan dependiendo de la función con la cual estamos trabajando.

Un ejemplo clásico se muestra en la figura siguiente, en la cual suponemos que se tiene un lago con aguas oscuras y queremos encontrar el punto de mayor profundidad; las curvas de la gráfica corresponden a las líneas de nivel que señalan la profundidad; cada curva indica el mismo nivel de profundidad y se acostumbra colocar un número en cada curva para señalar su profundidad; este lago puede ser la representación de una de las funciones a las que nos referimos. Sin tener una estrategia, por ejemplo en la laguna del Neusa, podríamos durar meses enteros en una barca, con una plomada, tratando de hallar el sitio más profundo. También podemos pensar que se trata de las curvas de nivel de una montaña y se busca el sitio más alto. La diferencia es que en la montaña podemos ver mientras que en el lago no.

Una estrategia, que se puede programar en un computador, es hacer una cuadrícula en las dos dimensiones, comenzar en algún sitio del lago y movernos una cuadrícula a la vez en sentido horizontal, hasta llegar al punto X^1 . Cuando la profundidad deje de disminuir, nos movemos en sentido vertical para llegar al punto X^2 y así sucesivamente hasta llegar al punto X^5 , donde encontramos uno de los puntos más profundos, pues la figura muestra que existe otro punto profundo en la extrema derecha inferior.

El éxito de la búsqueda depende del tamaño de nuestra cuadrícula y del sitio donde se comienza la búsqueda; si la cuadrícula es más fina, 10 veces por ejemplo, tendríamos 130 por 80 puntos posibles por explorar, 10.400, y si comenzamos la búsqueda en diferentes sitios de la orilla, tendremos rato para divertirnos. Un computador, desde luego, puede hacer esto sin cansarse.

Alrededor de esta estrategia hay variantes que permiten acelerar la búsqueda y hacerla más precisa y eficiente. Son métodos que generalmente se conocen con el nombre de **técnicas heurísticas**, es decir, reglas de decisión que conducen a una respuesta adecuada que es buena o muy buena, pero que no es garantía de que sea la óptima.



Figura 22. Líneas de nivel en un lago

Un problema de rutas o flujos

Existe una gran variedad de problemas que pueden representarse por medio de gráficas como la que se muestra a continuación. Las gráficas se componen de nodos y arcos y, dependiendo del problema estudiado, tienen un significado concreto. Los arcos que unen los nodos pueden incluir una flecha que indica una dirección. Los arcos o los nodos pueden tener un número para indicar una propiedad del arco o del nodo.

El problema del transporte es una red, como se conocen estas gráficas, pues basta con añadir un nodo al lado izquierdo y arcos que parten de ese nodo hacia cada una de las plantas o bodegas y otro nodo al lado derecho con arcos desde cada uno de los clientes hasta este nodo. Usualmente existe un nodo inicial y uno terminal, como son los nodos 1 y 10 de la gráfica, pero también es posible tener un arco de regreso, del nodo 10 hasta el nodo 1, con lo cual se genera una circulación y no hay nodo inicial ni final.

Otro problema se conoce con el nombre del problema de las asignaciones; en este caso, se tiene una red similar a la red del problema del transporte con un número igual de nodos a la izquierda y a la derecha y arcos entre cada uno de ellos. Para ilustrar, se tienen 5 hombres y 5 mujeres y cada hombre da una calificación sobre la atracción que siente sobre cada mujer. La idea es maximizar la atracción total buscando como se asignan los hombres a las mujeres. Tratar de resolver con todas las combinaciones posibles es una tarea larga.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Podemos pensar que los nodos son ciudades y los arcos carreteras de doble vía sin flechas; el número en cada arco representa la longitud entre las dos ciudades; el problema consiste en encontrar la ruta más corta entre la ciudad inicial y la ciudad final, o también la ruta más larga.

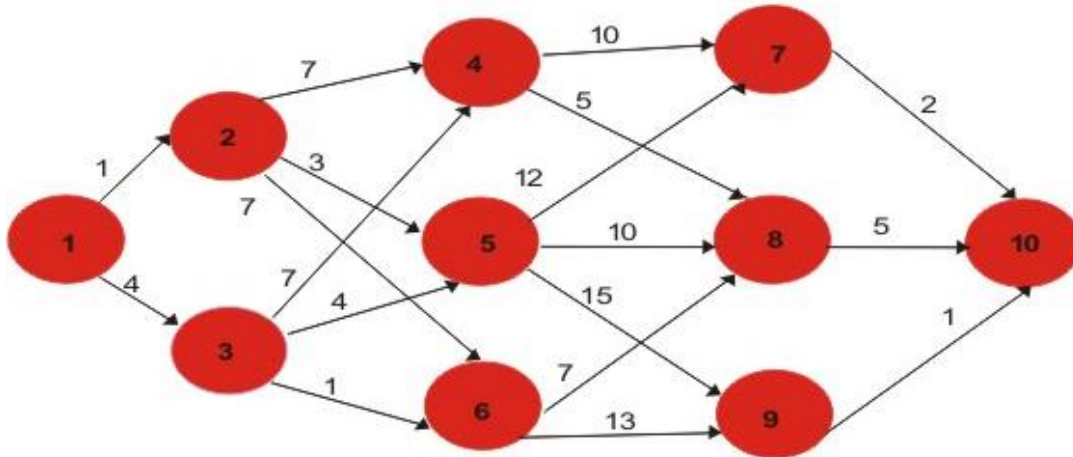


Figura 23. Red de ciudades

Otra variante de las rutas más cortas se conoce con el nombre del problema del "agente viajero", que debe visitar varias ciudades y regresar a su punto de origen y conocemos todas las distancias que hay entre cada par de ciudades. ¿Cuál secuencia de ciudades debe seleccionar para minimizar la distancia total de su recorrido?

Los números en los arcos con flecha indican la capacidad de transporte de agua de una tubería y los nodos estaciones de bombeo hacia otros lugares. El problema consiste en encontrar cual es la máxima cantidad de agua que puede ser enviada desde la estación inicial hasta la estación final. En lugar de agua podemos pensar en redes de transmisión de señales telefónicas o impulsos electrónicos donde los nodos son torres de transmisión.

También podemos pensar que los arcos son actividades de la construcción de una casa y el número indica la cantidad de días que tarda la actividad; por ejemplo, levantar paredes, construir columnas, colocar ventanas, instalar redes sanitarias y eléctricas, colocar pañete, pintar, etc. Los nodos son puntos de iniciación y terminación de estas actividades y, por lo tanto, indican su orden de precedencia; por ejemplo, las ventanas sólo se pueden instalar después de haber levantado las paredes. La pregunta que debemos responder es ¿Cuál es el tiempo mínimo de construcción de la casa?

Al problema anterior se le puede añadir el siguiente elemento: disponemos de un dinero que permite agilizar algunas actividades colocando más recursos y en cada actividad el costo de agilizar es diferente. ¿En cuáles actividades debemos utilizar

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

estos recursos de capital para disminuir en la máxima cantidad el tiempo de construcción?

Podemos pensar que los nodos son pequeños pueblos del área rural y no tenemos arcos o flechas. ¿Cómo debemos construir caminos veredales para que todos los pueblos queden conectados y la construcción total sea lo más corta y económica posible? O bien suponer que los nodos sean transformadores de electricidad que sirven a las veredas y se busca la red eléctrica que los conecte a todos al menor costo posible.

Muchos de los problemas mencionados pueden ser resueltos por medio de técnicas de los métodos de Programación Lineal o sus variantes, mediante métodos de Programación Dinámica, o por medio de las Técnicas Heurísticas mencionadas antes.

Un problema de localización

Encontramos problemas de localización en todo tipo de situaciones; pensando en fábricas y clientes, la pregunta básica es donde construir las fábricas para satisfacer a los clientes en la forma más económica y ágil posible.

La figura siguiente muestra coordenadas en los ejes horizontal y vertical; los cuadrados son las fábricas y los nodos los clientes. Los arcos indican los clientes asignados a cada fábrica. Pero cuantas fábricas se requieren también puede ser la pregunta.

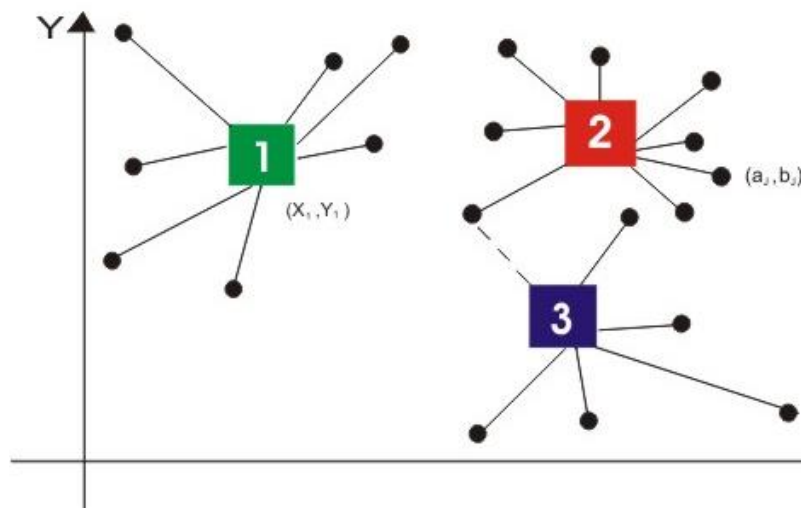


Figura 24. Representación gráfica de un problema de localización

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

En lugar de fábricas podemos pensar en hospitales, estaciones de policía, colegios, centros de distribución de un producto y muchas otras cosas que fácilmente vienen a nuestra imaginación.

Cualquier empresa que distribuye sus productos a muchos clientes en forma diaria o rutinaria se enfrenta a esta situación y este problema, pues debe utilizar varios vehículos, posiblemente de diferentes capacidades para asignarles clientes de diferentes zonas de la ciudad. El problema se puede complicar puesto que no todos los clientes son iguales y algunos requieren entregas diarias, mientras que otros solo entregas cada dos o tres días; es decir, las alternativas posibles hacen que estos problemas sean complejos de resolver y muchas empresas "hacen lo que pueden" sin recurrir a este tipo de técnicas que les pueden proporcionar una solución más económica.

Otro caso es el de definir zonas de recolección de basuras en la ciudad; el mapa de las 20 localidades se muestra a continuación. Se conoce para cada localidad su producción de basura en toneladas e inclusive con los archivos de facturación de las empresas de recolección, se podría llegar a conocer esa producción para áreas de menor tamaño. El DANE tiene una metodología para identificar las áreas del país a nivel de manzanas dentro de lo que se conoce como Sector, Sección, Manzana. En esta forma se podría encontrar la producción de basura en secciones o sectores que agrupen manzanas. Cada habitante en promedio produce un kilogramo de basura por día, lo que en el 2013 son unas 7.000 toneladas de basura diarias; con camiones recolectores de 15 toneladas de capacidad que puedan hacer 2 viajes diarios al relleno, se requieren como unos 250 camiones para recoger la basura de Bogotá. El problema consiste en cómo definir secciones de recolección para que estas sean asignadas a los camiones. Bogotá también ha contratado con unas 4 empresas privadas, entonces otro problema es como asignar las localidades o los sectores para repartirlas entre estas empresas, de tal manera que cada una de ellas tenga una cantidad similar de trabajo por realizar.



Figura 25. Localidades de Bogotá

Fuente: <http://www.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/localidades/>

Un problema de colas

La teoría de colas se ocupa del análisis matemático de los fenómenos de las líneas de espera o colas. Encontramos colas en muchos eventos de nuestra vida: esperar un cajero en un banco, aviones que aguardan esperando para aterrizar, barcos para atracar en el muelle, vehículos en un semáforo, materia prima que espera una máquina disponible, pacientes en un consultorio y otra infinidad de situaciones sencillas y complejas. La llegada de clientes a la "estación" donde se presta el servicio y el tiempo de duración del servicio, son generalmente eventos de tipo probabilístico; es decir, corresponden a un fenómeno aleatorio; los clientes no llegan dentro de rangos de tiempo precisos y el tiempo de servicio no siempre es el mismo. Fluctúan dentro de ciertos límites. Observen ustedes las colas que se presentan en las estaciones del sistema de Transmilenio, que varían mucho según la hora del día.

Hay colas con muchas características como se observa en la figura siguiente; unas son en paralelo, cuando se tienen varios despachadores que prestan el mismo servicio, otras son en serie cuando se debe pasar por una serie de estaciones, como es el caso de una fábrica en la cual los productos pasan por varias máquinas. Variantes alrededor de estos casos hay muchas.

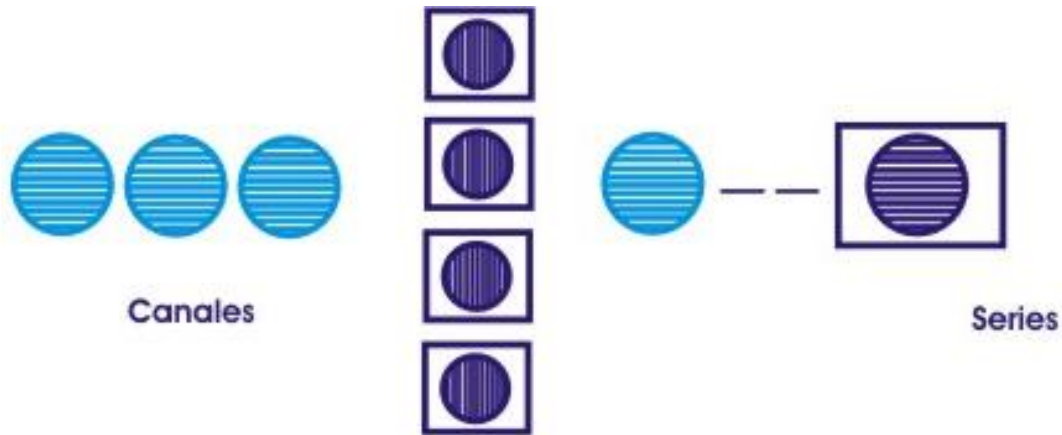


Figura 26. Representación gráfica de un problema de colas

Generalmente la teoría de colas busca conocer algunas características de la cola como son:

- Tiempo promedio de espera en el sistema (haciendo cola y siendo atendido)
- Número promedio de clientes en el sistema (longitud de la cola y clientes en servicio)

El estudio de estas características y los fenómenos aleatorios que las producen, buscan modificar algunas propiedades del sistema con el fin de hacer más eficiente el proceso de atención. Por ejemplo, si los tiempos de espera o la cola son muy largos, se puede pensar en incluir despachadores adicionales para acelerar el proceso. ¿Cuántos despachadores adicionales se deben aumentar? Esta es una de las preguntas que puede estudiarse con la teoría de colas. En algunos casos, la respuesta no es tan obvia y sus costos pueden ser muy altos, como lo es el caso de un aeropuerto, donde un despachador adicional simplemente implica construir una pista adicional.

Se observa en muchas situaciones de la vida real, que existe la infraestructura disponible para atender a los clientes, pero no se tienen los despachadores; es el caso de un banco con varias ventanillas, pero donde no todas están prestando el servicio, un supermercado con varias cajas donde sucede lo mismo, una estación de gasolina con varias islas, etc. El problema radica en que la llegada de clientes no tiene la misma intensidad durante todo el día, sino que varía dependiendo de la hora e inclusive el día de la semana. Por lo tanto, en estos casos se dispone de cajeros adicionales cuando aumenta la llegada de clientes.

El estudio de las colas busca, por lo tanto, encontrar las mejores formas de prestar un servicio dada la variabilidad en la demanda de los clientes y en los tiempos de servicio.

Al representar en forma gráfica el comportamiento de una cola sencilla en el tiempo, se tiene una figura como la siguiente:

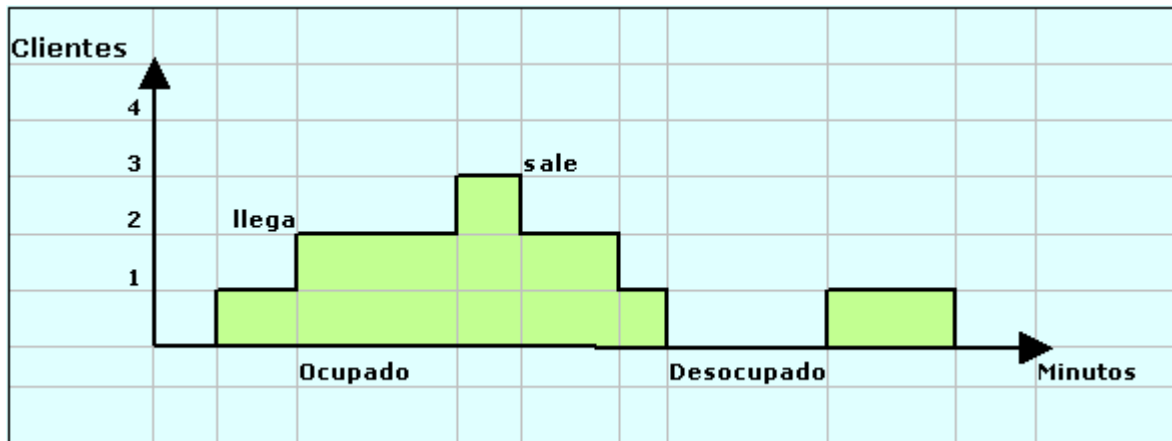


Figura 27. Comportamiento de los clientes en el sistema

El primer cliente que llega comienza a ser atendido y los que llegan posteriormente hacen la cola; en el caso de la figura el sistema llega a tener 3 clientes, 2 en cola y 1 en servicio. Cuando termina con los clientes, queda desocupado mientras llega un cliente nuevo. En esta forma alterna entre ocupado y desocupado y con esta gráfica es posible calcular el tiempo promedio de espera y el número promedio de clientes en el sistema.

Problemas de simulación

Cuando utilizamos la palabra "simular" estamos experimentando con un "modelo que busca aproximarse a la realidad". La maqueta de un arquitecto es un modelo del edificio. Queremos simular para no experimentar con la realidad, y para poder simular necesitamos construir un modelo.

Consideremos el modelo del comportamiento de una cola como se indicó en el numeral anterior. Pensando en el caso extremo del aeropuerto, sería absurdo construir una pista adicional para ver qué ocurre con los tiempos de espera de los aviones; análogamente, podemos construir modelos de diversas situaciones para "simular" su comportamiento y observar los cambios que se presentan al introducir variantes en nuestro modelo.

Muchos de los problemas de la Investigación de Operaciones no pueden ser resueltos con las técnicas expuestas en las páginas anteriores, y por esta razón recurrimos a los métodos de simulación. Muchos de los problemas de la Investigación de Operaciones tienen la característica de contener fenómenos de tipo aleatorio o probabilístico, uno de los aspectos básicos de la simulación.

Los fenómenos aleatorios que se presentan en nuestros modelos de simulación se construyen con ayuda de los "números aleatorios" (números que tienen la misma

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

probabilidad de ser seleccionados). Son números aleatorios aquellos que salen en la lotería o los que tomamos de una bolsa en la cual introducimos 100 fichas numeradas de 00 a 99; sacamos una, anotamos el número, regresamos la ficha a la bolsa, sacamos otra ficha y así sucesivamente. Los números aleatorios se pueden producir con un computador; de hecho, las hojas electrónicas, tienen una función que permite producir o generar números aleatorios; en Excel se utiliza la función "@aleatorio()", la cual contiene los paréntesis sin argumento. La tabla siguiente se generó con una hoja electrónica y contiene números aleatorios. Se puede observar que no existen relaciones entre un número y sus vecinos; son como sacados de la bolsa.

85	46	25	48	5	12	26
25	63	50	93	56	18	46
64	55	33	27	96	44	93
49	90	73	75	85	14	81
82	23	21	85	87	26	46
84	58	89	86	68	56	14
53	12	50	34	81	26	22
9	44	66	70	25	28	66
71	45	92	13	56	53	49
94	30	68	99	97	33	5
86	68	12	6	39	58	9
13	59	71	0	23	5	37
37	92	84	87	79	26	47
57	11	41	14	23	9	42
10	63	14	78	29	43	58
20	30	97	19	92	76	87
63	65	98	55	88	60	20
31	98	43	52	39	29	65
4	11	82	41	87	42	65
5	100	11	84	47	56	42
38	28	26	31	43	94	21
20	63	63	27	22	89	69
32	56	75	5	45	95	49
4	20	15	44	2	7	67
75	14	57	93	77	9	74

Cuadro 7. Números aleatorios

Podemos construir modelos del comportamiento de las llegadas de los clientes a un banco y conocer los tiempos de servicio de los cajeros. Estos tiempos varían según lo que el cliente quiere hacer: consignar, cambiar un cheque, pedir el saldo, etc., y debemos buscar la cantidad de cajeros que deben estar atendiendo en las diferentes horas. De esta forma, se logra que las colas no sean muy largas y el tiempo de espera de los clientes sea razonable y adecuado a las políticas de servicio al cliente.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

A diferencia del resto de técnicas de Investigación de Operaciones, a la simulación con ayuda del computador no corresponde una formulación matemática, ni un conjunto de herramientas o algoritmos que permitan estudiar cada modelo de simulación que construimos.

Como práctica, usted puede obtener 200 números aleatorios con la hoja electrónica y hacer el siguiente ejercicio:

Cada número que se genera se encuentra entre 0 y 1. Multiplique por 10 el número y con otra función redondee el número de tal forma que no tenga decimales. Esto le produce números entre 1 y 10. Como todos tienen la misma probabilidad de ser obtenidos, cada uno de ellos debe ocurrir cerca de 20 veces. Inténtelo para satisfacer su curiosidad y dibuje el histograma de las frecuencias obtenidas. Repítalo con 300 y 400.

Un caso sencillo consiste en lanzar dos monedas y observar que un posible resultado debería ser:

- Dos caras: 25 % de las veces
- Dos sellos: 25 % de las veces
- Cara y sello: 50 % de las veces

Suponga que para simular el lanzamiento de las monedas, nos ayudamos con los números aleatorios de la tabla anterior en la forma siguiente:

- Dos caras: números de la tabla entre 00 y 24
- Dos sellos: números de la tabla entre 25 y 49
- Cara y sello: números de la tabla entre 50 y 99.

¿Cuál es el resultado de esta "simulación"? ¿Qué ocurre si lo hace con una mayor cantidad de números?

La figura siguiente nos ayuda a modelar el comportamiento de una cola y simularla, dado que conocemos las características de los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio.

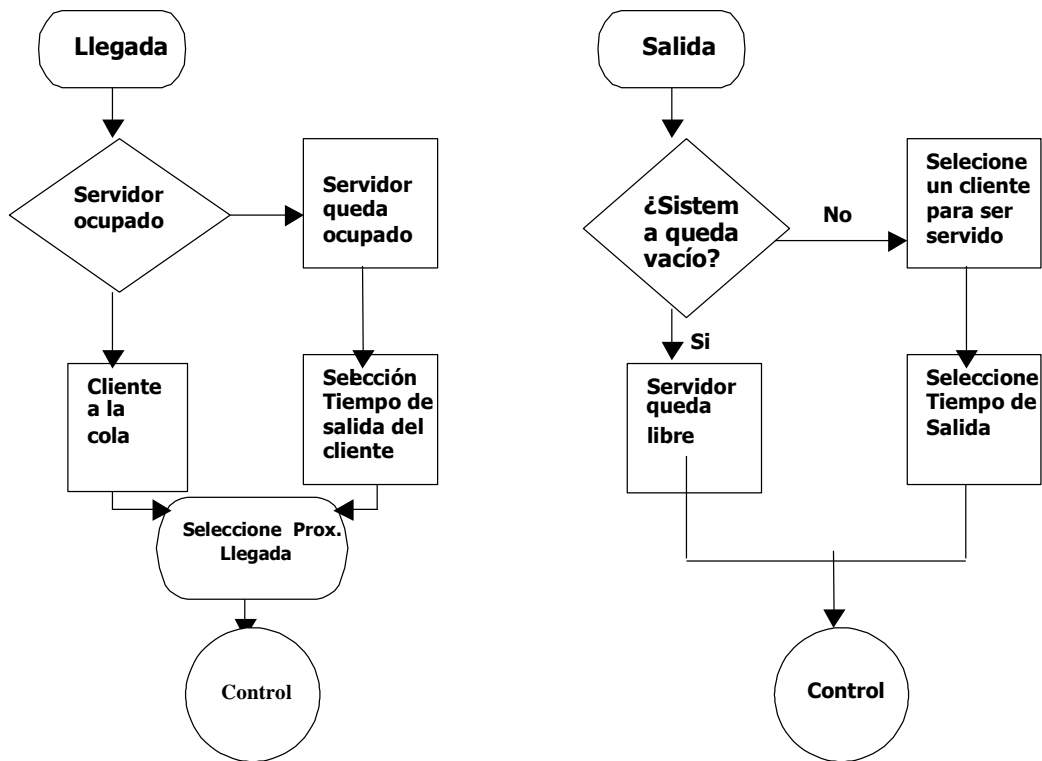


Figura 28. Diagrama de flujo para una cola

De igual forma, suponga que se tiene la siguiente información para simular esta cola:

- Las llegadas ocurren entre 10 a 20 segundos
- El tiempo de servicio está entre 8 a 15 segundos

Para los intervalos de tiempo anteriores, tome los números enteros (10,11,12, etc), (8,9,10, etc) y simule unos 100 clientes para observar el comportamiento del sistema y de la cola.

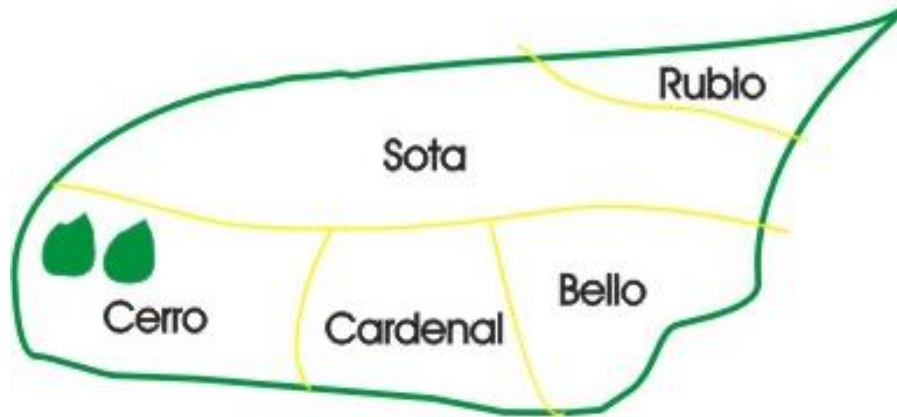
Taller de Investigación de Operaciones

El siguiente taller busca que usted comprenda el significado y concluya la importancia y utilidad de la investigación de operaciones, con el fin de que pueda aplicarla a cualquiera de los problemas dentro su vida profesional.

Cómo localizar una estación de bomberos

Los habitantes de Villa Vieja están planteando la construcción de una nueva estación de bomberos en alguno de los barrios de la ciudad. Un mapa de la ciudad se muestra a continuación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos



Mapa de Villa Vieja y sus barrios.

Para localizar la nueva estación de bomberos, el Concejo Distrital debe considerar igualmente el costo de las diversas propuestas de localización y su efectividad tanto de salvar vidas como en prevenir daños de propiedades.

Probablemente el factor crítico que determina la efectividad de la estación es la cantidad de tiempo necesario para desplazarse a los lugares de incendio. Los tiempos de viaje entre los barrios se muestran en la tabla siguiente:

Barrio	Cerro	Bello	Cardenal	Sota	Rubio
Cerro	1	17	9	11	21
Bello	17	1	7	12	16
Cardenal	9	7	2	14	23
Sota	11	12	14	2	9
Rubio	21	16	23	9	2

Tiempos entre barrios en minutos.

Los datos históricos de incendios en Villa Vieja se describen en la siguiente tabla:

Barrio	No. Incendios en los últimos 5 años	Porcentaje de incendios (%)
Cerro	7	14
Bello	12	24
Cardenal	6	12
Sota	4	8

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Rubio	21	42
Total	50	100

Otra consideración de importancia para localizar la estación de bomberos es el costo de construirla en cada barrio y el costo promedio de una vivienda en cada barrio, datos que se muestran a continuación:

Barrio	Costo de la estación (\$)	Costo de vivienda (\$)
Cerro	2'500.000	40.000
Bello	3'000.000	35.000
Cardenal	2'500.000	30.000
Sota	1'000.000	20.000
Rubio	500.000	10.000

Por último, necesitamos alguna información respecto a la gravedad de los incendios. Debido a que el tiempo tardan los vehículos de bomberos en llegar al lugar del incendio tiene gran impacto sobre la gravedad del mismo, la información debe incluirse como se muestra en la siguiente tabla:

Tiempo en llegar al incendio minutos	% de Vivienda destruido	Posibilidades de perder una vida	No. Promedio de vidas perdidas	No. Promedio de viviendas en llamas
0-5	10	.1	1	1
6-10	30	.2	1	1
11-15	50	.3	2	1.5
16-20	75	.5	2	2
21-25	90	.7	3	3

Es necesario asignar números aleatorios para generar el lugar de los incendios. La asignación se encuentra en la siguiente tabla:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Barrio	% incendios en el barrio	Nos. Aleatorios
Cerro	14	00-13
Bello	24	14-37
Cardenal	12	38-49
Sota	8	50-57
Rubio	42	58-99

Con toda la información anterior, simule los incendios y determine la mejor localización para la Estación de Bomberos. Utilice una tabla de números aleatorios o la que se le proporciona. Tome dos números en cada oportunidad.

Usted debe resolver el problema para cada barrio, pues no se conoce *a priori* cuál sitio es el mejor. Debe utilizar dos números aleatorios cada vez, uno para generar el incendio, otro para generar la posibilidad de perder una vida.

Para que el ejercicio tenga un resultado significativo, en cada barrio debe generar por lo menos 20 incendios, pero es más deseable generar 50. Con la ayuda de un computador, podría generar 500 incendios para cada barrio y tener mayor precisión estadística.

Ejemplo:

Supongamos que se inicia con la estación en el barrio Cerro y utilizamos la tabla de números aleatorios del capítulo.

Primer incendio:

Seleccionamos el primer número aleatorio que es 85, corresponde a un incendio en el barrio Rubio. El tiempo de viaje es de 21 minutos. Se destruye el 90 % de las viviendas que son 3, de acuerdo a las tablas. Cada vivienda cuesta \$ 10.000, perdemos entonces \$ 27.000.

Generamos un segundo número aleatorio en forma horizontal y es el 46. La tabla dice que la posibilidad de perder una vida es de 0.7. Si asignamos los números 00 a 69 a esta posibilidad, el 46 indica que se pierden 3 vidas.

Segundo incendio:

El siguiente número aleatorio es 25, el incendio ocurre en el barrio Bello y el tiempo de viaje es de 17 minutos. Lo que indica que se destruye el 75 % de las 2 viviendas a un costo de \$ 35.000 cada una.

El siguiente número aleatorio es 48 y con 17 minutos, la posibilidad de perder una vida es de 0.5, le asignamos los números 00 a 49, entonces se pierden 2 vidas.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Note que para cada incendio es necesario generar dos números aleatorios; el primero para calcular el tiempo de viaje y el segundo para calcular la posibilidad de que se pierdan vidas en el incendio. Estos dos números son independientes.

Cálculos finales:

En esta forma usted debe generar más incendios para cada barrio. Si organiza los datos en una tabla para cada incendio, al final podrá obtener los totales de viviendas destruidas, sus costos y las vidas perdidas. A este valor se le suma el valor de la estación. Posteriormente se repite el ejercicio para la localización de la estación en cada barrio.

Note que en una clase de 50 estudiantes, el profesor puede agrupar los trabajos de cada estudiante y en esta forma obtener 50 simulaciones cada una con 50 incendios para cada barrio, lo cual le proporciona una mayor cantidad de información para decidir en cual barrio debe colocarse la estación.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Formule matemáticamente cada uno de los siguientes problemas y solúcelo por un método gráfico. Recuerde que "la heurística" o lógica que se aconseja para desarrollar estos problemas se menciona posteriormente.

1. Se tienen dos fábricas de repuestos (Oferta) F1 y F2, producen 40 y 50 unidades respectivamente de un determinado producto. Deben abastecer a tres centros de consumo (Demanda) C1, C2, y C3, que necesitan 20, 45 y 25 unidades, respectivamente. El costo del transporte de cada fábrica a cada centro de consumo, en pesos por unidad, viene dado en la siguiente tabla:

	C1	C2	C3
F1	5	10	15
F2	10	7	14

1. Represente gráficamente el problema de transporte de la forma más sencilla como se muestra en el capítulo.
2. Plantee en sus propias palabras el problema que se debe resolver.
3. Diga dos restricciones que se tienen en el problema.
4. Intente una solución buscando asignar el máximo número de unidades al sitio más económico; asignado ese sitio, continúe con la misma lógica hasta encontrar una solución.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Para los siguientes problemas recuerde que "la heurística" o lógica que se aconseja para desarrollar estos problemas es la siguiente:

1. Formule matemáticamente el modelo.
2. Dibuje las ecuaciones que restringen su región factible y dibuje la región. Al tener dos variables, en el eje horizontal se tienen los valores de una variable y en el vertical los valores de la otra. Dibujar consiste en hacer las líneas rectas correspondientes a cada restricción o a la función objetivo.
3. Dibuje la función objetivo de su problema y determine el sentido de crecimiento o decrecimiento de la función. Dependiendo si el problema es de maximización o minimización, usted debe desplazar la recta de la función objetivo tanto como pueda, sin salirse de la región factible. El punto de la región factible que determina el valor más alto o bajo (dependiendo el caso) corresponde al óptimo y sus coordenadas corresponden al valor de las variables sobre las que usted está decidiendo.

2. Dentro del proceso de planeación estratégica del equipo BMW –WILLIAMS de Fórmula 1, se necesita definir la cantidad de recursos que se debe dedicar a cada uno de sus corredores: Juan Pablo Montoya y Ralf Schumacher. El propósito es maximizar sus ingresos y satisfacer los requerimientos de sus accionistas y sus clientes en general.

De acuerdo a estudios de la Compañía, se ha podido determinar que por cada dólar que se invierte en Montoya se tiene la posibilidad de recibir un retorno de 3 veces este dólar. Para Schumacher esta relación es de 1.5.

Además, se sabe que la inversión que realiza en sus corredores no debe superar los 10 millones de dólares. Debido a que BMW es empresa alemana, al igual que uno de sus corredores, los accionistas exigen que por lo menos un millón de dólares sea invertido en Schumacher.

Usted fue contratado para resolver este problema y modeló la situación de la siguiente manera:

- Variables de decisión:

X1: Millones de dólares invertidos en Montoya.

X2: Millones de dólares invertidos en Schumacher.

- Modelo:

Maximizar $3 \cdot X1 + 1.5 \cdot X2$

Sujeto a: $x1 + x2 \leq 10$

$$X2 \geq 1$$

$$X1 \geq 0$$

$$X2 \geq 0$$

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Señale gráficamente cuál es la región factible para poder solucionar los interrogantes de los directivos de BMW-WILLIAMS y encuentre la solución óptima.

3. La compañía ESPECIAS INDIAN C.A., tiene un inventario limitado de dos hierbas que se utilizan en la producción de aderezos. INDIAN usa los dos ingredientes, HB1 y HB2, para producir ya sea curry o pimentón. El departamento de mercadotecnia informa que aunque la empresa puede vender todo el pimentón que pueda producir, sólo puede vender hasta un máximo de 1.500 botellas de curry. Las hierbas no utilizadas se pueden vender a \$375 la onza de HB1 y a \$167 la onza de HB2.

Aderezo	Ingredientes (Onzas/Bot)		Demanda (Botellas)	Precio de Venta por botella (\$)
	HB1	HB2		
Curry	5	3	1500	2750
Pimentón	2	3	Ilimitada	1300
Disponibilidad (Onzas)	10000	8500		

Usted fue contratado para resolver el problema y lo modeló de la siguiente manera:

Variables de decisión:

X_j = Cantidad de botellas producidas.

$J = 1$: curry

$J = 2$: Pimenton

Modelo:

Maximizar $2750 \cdot X_1 + 1300 \cdot X_2$

Sujeto a:

$$5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 10000$$

$$3 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 8500$$

$$X_1 \leq 1500$$

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

Utilizando el método gráfico, determine el consumo de especias que maximice el ingreso de la Empresa.

4. Una empresa fabrica dos tipos de cinturones: A y B. El tipo A es de mejor calidad. El beneficio neto por cada unidad vendida es de 2 para el tipo A y de 1.5 para el tipo B. El tiempo consumido en la fabricación de una unidad del tipo A es el doble del consumido por el B. Si todos los cinturones fuesen del tipo B, la empresa podría fabricar 1000 diarios. El abastecimiento de cuero es suficiente para fabricar 800 cinturones al día (de cualquiera de los dos tipos). Por último, se puede disponer diariamente de 400 hebillas del tipo A y 700 del tipo B. Formule y resuelva gráficamente el programa que permite obtener la cantidad de cinturones que se producirán de cada tipo si la empresa maximiza sus beneficios.

5. Un cultivo de rosas debe decidir el número de tallos que debe sembrar por cada metro cuadrado de espacio disponible, de modo que programe la cosecha para la próxima temporada de San Valentín. Las rosas amarillas proporcionan una utilidad de 2 dólares, mientras que las rojas pueden ser vendidas a un menor precio y brindan una utilidad de 5 dólares. Debido a los costos fijos del cultivo y a las características de la siembra, es necesario cultivar por lo menos una cantidad de 6 tallos por metro cuadrado. Se cuenta con un presupuesto de 18 unidades monetarias por cada metro cuadrado de cultivo y se sabe que un tallo de rosas amarillas requiere dos unidades monetarias para su desarrollo, mientras que una rosa roja necesita una unidad. Formule el modelo y resuélvalo por método gráfico.

6. Un trader (especialista financiero que toma las decisiones de inversión en los negocios bursátiles) debe determinar el portafolio de inversiones para el siguiente período. Su propósito es maximizar los dividendos generados por las inversiones realizadas. Se puede invertir en dos tipos de acciones: la del Banco Bogotá y la de Bavaria. La acción del Banco de Bogotá tiene un rendimiento del 2% y la de Bavaria un 3%. El trader dispone de un presupuesto de 2000 dólares para efectuar las inversiones. Como máximo, se puede comprar 1800 dólares de la acción de Bavaria. Determine la mejor combinación de acciones que maximice las ganancias del inversionista.

7. Un transportador desea maximizar el número de vehículos que atienden la ruta de servicio público que le asignó la Secretaría de Tránsito de Bogotá. Dentro de su flota de vehículos cuenta con busetas de 30 pasajeros de capacidad y colectivos de 19 pasajeros. El máximo número de busetas de las que dispone es 10, mientras que el número de colectivos es 5. Uno de los requisitos de la STT es que debe tenerse igual cantidad de buses y colectivos en la ruta.Cuál es la combinación de busetas y colectivos que satisface de mejor manera los objetivos del transportador.

7. Una compañía fabricante de computadores tiene que decidir entre el número de equipos portátiles y PC's que debe producir. Una investigación de mercados

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

indica que por mes es posible vender 1000 unidades de portátiles y 4000 unidades de PC, en el mejor de los escenarios. El número máximo de horas hombre disponible es de 50.000 por mes. Un portátil requiere 20 horas hombre y un PC requiere 15 horas hombre. Las ganancias por unidad de portátiles y PC's son de 60 y 30 dólares, respectivamente. Se desea encontrar el número de unidades de cada tipo de computador que la compañía debe producir para maximizar sus ganancias.

9. La ruta crítica. En la construcción de una casa los materiales eléctricos se deben ordenar antes de ser colocados, después de los cual se debe hacer una inspección. Después que la plomería se ordena y trae, se debe colocar en dos etapas: "Afuera" y "Adentro", usualmente en ese orden; luego se inspecciona. Las tejas se deben ordenar especialmente y no se pueden colocar hasta que no se complete la estructura del techo. La primera etapa de la construcción (aparte de ordenar el material) es la excavación, seguida por los cimientos y luego el armazón (columnas). La plomería de afuera no se puede empezar hasta no tener el armazón. Una vez que el armazón esté completo, se puede comenzar a enladrillar (que se ha debido ordenar previamente) y colocar la estructura del techo y comenzar el cableado (electricidad). La empañetada debe esperar a que se completen: estructura del techo, cableado, plomería interior e inspecciones de cableado y plomería. Después de la empañetada se limpia el interior y se colocan los pisos. El exterior se limpia después del entejado y del trabajo del ladrillo y el jardín sigue a esta limpieza del interior, pisos, pintura, entejado y ladrillos. La casa queda completa después de esta última inspección y el jardín. Los tiempos de las actividades para construir la casa son los siguientes:

Actividades y tiempo en días			
Ordenar eléctricos	3	Cableado	4
Ordenar ladrillos y piedra	6	Empañetado	3
Ordenar tejas	14	Entejado	2
Ordenar plomería	4	Inspección cables	1
Excavar	1	Inspección plomería	2
Cimientos	3	Ladrillos	3
Armazón	5	Limpiar pisos, pintar	2
Estructura techo	2	Limpiar exterior	1
Plomería afuera	2	Jardín	2
Plomería adentro	5	Inspección general	3

La ruta crítica se encuentra dibujando una gráfica o diagrama de las actividades y buscando el mayor tiempo desde el inicio hasta el final.

10. Simulación sencilla de una cola.

La figura 27 muestra el comportamiento de una cola sencilla; para ilustrar su operación, suponga que el tiempo entre llegadas a la cola o al sistema es un número entero entre 1 y 10. Por ejemplo, si tomamos 4 números aleatorios del cuadro 7 en forma vertical estos son: 85, 25, 64, 49 y haciendo una correspondencia con los enteros de 1 a 10, tendríamos 4 tiempos aleatorios entre llegadas de: 9, 3, 7 y 5.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Al comenzar la simulación en el tiempo 0, el primer cliente llegaría al sistema en el tiempo 9, el segundo en el tiempo 12, el tercero en el tiempo 19 y el cuarto en el tiempo 24. Usted puede generar 100 tiempos entre llegada del cuadro 7 o por medio de la hoja electrónica Excel utilizando la función:

@aleatorio()

la cual genera números aleatorios decimales entre 0 y 1 (@rand() en inglés). Al multiplicar estos números por 10, sumarle 1 y suprimir los decimales, obtiene los números aleatorios enteros entre 1 y 10.

Para simular nuestra cola supongamos primero que el tiempo de servicio siempre es de 5 unidades. Entonces, si el primer cliente llegó en el tiempo 9, terminará de ser despachado en el tiempo 14, pero el segundo cliente llegó en el tiempo 12. Con estos datos de llegadas y salidas puede hacer el dibujo correspondiente al de la figura 26 con sus datos para los 100 clientes.

Ahora puede calcular el área de la gráfica que resulta de su simulación, puesto que multiplica unidades de tiempo por cantidad de clientes cada vez que la gráfica sube o baja una unidad. Por tratarse de números enteros, es posible que ocurran empates, alguien llega al mismo tiempo que otro sale.

Divida el área obtenida por el total de unidades de tiempo en la simulación; obtendrá el número promedio de clientes en el sistema. Divida el área de obtenida por 100 clientes, obtendrá el tiempo promedio de un cliente en el sistema. Encuentre la cantidad de tiempo que el sistema se encuentra desocupado, sin clientes y divida por el total de tiempo de la simulación, obtendrá el porcentaje de tiempo que el despachador o servidor se encuentra desocupado.

Repita este ejercicio con un tiempo de servicio de 4 unidades, alguien con mayor rapidez y de nuevo con un tiempo de servicio de 6 unidades, alguien más lento. Comente la enseñanza que le ha dejado este ejercicio.

11. Una simulación manual.

Actualmente la compañía "Sport S.A." distribuye artículos deportivos, donde el producto que más vende son los balones de fútbol.

Cada vez que la compañía le realiza un pedido a su proveedor, la cantidad exacta de balones de fútbol que recibe es de 30 unidades. Adicionalmente, el tiempo que se demora en llegar el pedido es de un (1) día; esto quiere decir que si el pedido se hace el lunes, los 30 balones se reciben y se contabilizan en el inventario del martes. Además de esto, "Sport S.A." cuenta con la opción de realizar un pedido cada dos días, o cada tres días.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

A partir de eso, "Sport S.A." decide contratarlo a usted como Ingeniero Industrial para que realice una simulación de cada una de las opciones (pedir cada dos o cada tres días), y ver cuál de las dos opciones le genera mayores utilidades. Para poder realizar la simulación se debe tener en cuenta la siguiente información:

- Justo antes de iniciar la semana la compañía realiza un pedido, por lo que el día lunes se tienen 30 unidades de inventario inicial.
- El precio de venta de cada balón de fútbol que estableció la compañía es de \$60.
- El valor que debe pagar la compañía a su proveedor cada vez que le llega un pedido es de \$1.000 por los 30 balones de fútbol.
- Cuando no se satisface la demanda, el costo de oportunidad asociado por perder cada venta es de \$10.

Así mismo, la demanda de los balones se comporta de acuerdo a una distribución de probabilidad discreta que se muestra en la siguiente tabla:

Número Aleatorio	Demanda balones de fútbol
0 – 20	0
21 – 40	10
41 – 60	20
61 – 80	15
81 – 100	5

Con base en esta información haga una simulación manual para cada una de las opciones que tiene la compañía y argumente cuál de las dos opciones genera mayores utilidades. Utilice números aleatorios de la tabla de números. También los puede obtener con la fórmula de Excel multiplicada por 100 sin decimales: =100*@aleatorio().

ESCENARIO 1 – PEDIDO CADA DOS (2) DÍAS

Día	Núm. Aleat.	Inv. Inicial	Demanda	Inv. Final	Unidades Vendidas	Venta Total	Unidades Faltantes	Costo Oportunidad	Costo de Compra
L		30							
M									
I									
J									
V									
S									
D									

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Resultados escenario 1:

Valor ventas totales	
Valor costos totales	
Valor utilidad total	

ESCENARIO 2 – PEDIDO CADA TRES (3) DÍAS

Día	Núm. Aleat. .	Inv. Inicia l	Demand a	Inv. Final	Unidade s Vendida s	Venta Total	Unidad es Faltant es	Costo Oportunid ad	Costo de Compra
L		30							
M									
I									
J									
V									
S									
D									

Resultados escenario 2:

Valor ventas totales	
Valor costos totales	
Valor utilidad total	

A partir de los resultados obtenidos comente cuál es la opción que genera mayores utilidades a "Sport S.A.".

12. Construir o no construir, he ahí el dilema⁵⁰.

El dueño de una estación de gasolina tiene el siguiente problema: de cada 20 carros que entran a su estación, 1 solicita el servicio de lavado en forma aleatoria. El tiempo entre llegadas de los carros, es decir, el tiempo entre dos carros sucesivos varía en la forma siguiente:

⁵⁰ Varela, Jaime Enrique. Introducción a la Investigación de Operaciones, pag 407, Fondo Educativo Interamericano, Bogotá.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Tiempo entre llegadas (minutos)	% de observaciones
0 a 9.9	60 %
10 a 19.9	30 %
20 a 29.9	7 %
30 a 39.9	3 %

Dependiendo del tamaño y de los sucio que está el carro, el tiempo de lavado es de la forma siguiente:

Tiempo de lavado (minutos)	% de observaciones
0 a 9.9	40 %
10 a 19.9	40 %
20 a 29.9	20 %

El precio de una lavada, para cualquier carro, es de \$ 30 y el bombero gana \$60 en una jornada de 8 horas diarias, luego de las cuales abandona su trabajo y no recibe más clientes. El dueño no sabe cuál es el tiempo promedio que espera un cliente mientras hace cola y mientras le lavan el carro; esta estación solo tiene una rampa de lavado. El dueño tampoco sabe si vale la pena colocar otra rampa de lavado y otro bombero, la cual le puede costar hasta \$ 5000. Los estudiantes de Ingeniería Industrial han decidido ir a trabajar durante las vacaciones para ayudarle al dueño a resolver esos interrogantes. Usted que piensa y que supuestos debe utilizar ?

CAPÍTULO 9. CALIDAD: SU EVOLUCIÓN **Hernando Mariño Navarrete⁵¹**

Este capítulo examina la evolución del concepto de calidad desde principios del siglo pasado hasta nuestros días. El examen ha tomado en consideración un amplio número de investigaciones realizadas en Japón, Estados Unidos, Europa y América Latina por colegas e instituciones dedicadas al estudio, la promoción y aplicación de la calidad en las organizaciones modernas. Asimismo, recoge observaciones y experiencias de varias organizaciones que han aplicado la teoría a su realidad cotidiana, entendiendo que no existe una buena teoría sin el desarrollo de la praxis y viceversa.

Introducción

¿Qué es calidad? Parece ser una pregunta sencilla de responder, pues todos creemos saber qué es y creemos reconocerla cuando está presente en un producto, en un servicio, en una persona, en una organización, en un proyecto, en un curso de universidad, en un proceso, en un sistema, para mencionar sólo algunos de los sujetos a los que se puede aplicar este concepto. Actualmente, no sólo esperamos que nos brinden calidad, sino que la exigimos en todo los aspectos de nuestras vidas.

Sin embargo, la respuesta no es tan sencilla como aparenta ser. El concepto de calidad y su exigencia han estado presentes en la mente de la humanidad desde siempre. No obstante, su definición, la evolución del concepto, las técnicas desarrolladas para medirla, el establecimiento de normas formales de calidad, la filosofía de la administración en la que ha desembocado, son fenómenos desarrollados durante el siglo veinte y vislumbramos que seguirán siendo protagonistas en este siglo.

El foco de atención de este capítulo es examinar la evolución del concepto de calidad, así como los diferentes enfoques desarrollados y aplicados en las organizaciones.

Calidad de producto

Durante las dos primeras décadas del siglo veinte, principalmente en los países de Europa Occidental, Estados Unidos y Canadá, se hizo énfasis especial en el aumento de la productividad en la industria. La orientación se dirigía al producto, llámese bien o servicio. Esto generó sistemas de producción en las industrias y de operación en las empresas de servicios enfocados a aumentar su productividad con base en el

⁵¹ Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes, Maestría en Administración de la Universidad de Estocolmo.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

incremento incesante en el número de los bienes producidos o de los servicios prestados. La estrategia se concentraba en tal objetivo y, por ende, las soluciones que surgieron de la consecuente estructura, se desarrollaron desde esa perspectiva. Para entonces, el concepto de calidad era sinónimo de la **inspección final del producto**.

El enfoque de administración científica desarrollado por Frederick Winslow Taylor fue pionero en el mejoramiento de la productividad. El sistema Taylor logró aumentos extraordinarios en la productividad de las industrias, asignando la responsabilidad de la planeación de la planta a ingenieros especializados y usando a los trabajadores y supervisores de producción en la ejecución de los planes concebidos por los ingenieros.

Sin embargo, el sistema Taylor tenía también desventajas; las principales eran la pérdida de autoridad y autonomía de los trabajadores en su lugar de trabajo y la disminución de la calidad del producto. El primer problema nunca fue solucionado por los practicantes de este sistema de administración y, aún hoy, muchas organizaciones lo siguen aplicando sin mayor modificación. En este sistema existe una dicotomía entre las personas "educadas" que planean al nivel central y los trabajadores "no educados" que ejecutan los planes. Para solucionar el problema de la baja calidad del producto, los gerentes de planta crearon cargos de inspectores dentro de los departamentos de producción, dedicados a detectar mediante patrullas de inspección y auditorías los productos defectuosos, de tal manera que fueran nuevamente procesados o desechados antes de llegar a manos del consumidor.

Si algún producto defectuoso llegaba al consumidor final, lo usual era que la alta gerencia preguntara al jefe de inspectores ¿por qué dejamos pasar esto? En lugar de preguntar al gerente de producción ¿por qué trabajamos de esta manera?, generando grandes desperdicios de recursos y el potencial de la gente involucrada en el sistema, pues se pretendía inspeccionar el producto y no construir mejores productos, encontrar culpables, controlar mediante una "tropa" de inspectores los errores cometidos por los trabajadores y sus supervisores, y clasificar dichas fallas. En esta etapa inicial, la calidad era un concepto aplicado al producto y la inspección final, uno a uno, al cien por ciento de la producción, era la manera de controlarla. Todavía en la actualidad, algunas organizaciones aplican este enfoque primario de control de calidad y ese es todo el alcance que tiene para sus gerentes.

Calidad del proceso

El control de procesos

Walter Shewart, prominente estadístico norteamericano, inventó el gráfico de control (1924), estableciendo los principios esenciales del control estadístico de la calidad y dando origen al control de procesos. Shewart enseñó a los gerentes que los resultados de los procesos industriales generaban datos cuantitativos que

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

podían ser analizados usando métodos estadísticos para determinar si la variación observada en ellos indicaba que el proceso estaba "bajo control", era estable, es decir, correspondía a causas comunes de variación o si, por el contrario, el proceso estaba afectado por causas especiales que podían ser corregidas para evitar resultados del proceso "fuera de control", esto es, un proceso inestable, impredecible.

Se reconoce así que la calidad no solamente está presente en el producto final, sino que se construye en el proceso y, por tanto, es necesario enfocarse también en las actividades previas que crean los productos.

Shewart es también el autor del conocido ciclo PHVA - Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Al ciclo denominado ciclo de mejoramiento, equivocadamente se le asignó el nombre de ciclo Deming, pues se supuso que era él quien lo había ideado. W. Edwards Deming, discípulo y colega de Shewart, difundió universalmente el conocimiento desarrollado por su maestro.

El conocimiento aportado por estos pensadores sobre calidad fue entonces el escuchar la voz de los procesos, analizando los datos por ellos generados para minimizar la variación existente en ellos, de tal manera que fueran estabilizados para continuar luego con su mejoramiento. El control estadístico de procesos se convirtió en un estándar dentro de la industria norteamericana y posteriormente, gracias al trabajo de Deming, lo acogió todo tipo de organizaciones alrededor del mundo.

El mejoramiento de procesos

Sin duda alguna, las organizaciones japonesas fueron las que con mayor seriedad aplicaron de manera coherente las enseñanzas de tres eméritos profesores norteamericanos: Joseph Juran, Edwards Deming y Peter Drucker, iniciando, a partir de la segunda mitad del siglo veinte, el paradigma más exitoso de administración hasta ahora conocido: el de calidad total, en el que la gerencia de procesos es uno de sus fundamentos.

Otro aporte fundamental a la orientación hacia los procesos en la organización lo realizó Kauro Ishikawa, conocido mundialmente por ser el padre de los círculos de calidad, concepto desarrollado a partir de 1962, según el cual las personas pueden aportar todo su conocimiento, experiencias y habilidades, trabajando en equipo, estudiando y aplicando las herramientas básicas de control y mejoramiento a sus procesos de trabajo. Pero, antes de darle inicio a los círculos de calidad en la empresa de teléfonos y telégrafos del Japón, Kauro Ishikawa contribuyó al enfoque sobre los procesos, ideando el conocido diagrama de causa-efecto o diagrama de espina de pescado.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La aplicación de los principios y metodología del control y mejoramiento de procesos se extendió a las organizaciones prestadoras de servicios con mucha fuerza a partir de los años sesenta en el Japón, Estados Unidos, Europa y América Latina. Aunque muchos han querido vender la idea que el servicio es un producto diferente a un bien, se ha entendido que los principios son universales y se aplican por igual, ya sea que se fabrique un bien o se preste un servicio. Hoy, las organizaciones de servicios exitosas alrededor del mundo tales como universidades, bancos, aerolíneas, restaurantes, hoteles, hospitales, etc. aplican esquemas integrales de administración, siendo la orientación hacia procesos uno de los fundamentos de su esquema de gestión.

Kaizen⁵² fue el término acuñado por el especialista en calidad japonés Masaki Imai en los años ochenta para referirse a ese mejoramiento continuo, incesante, paso a paso, que resulta del esfuerzo diario de la gente por entender y mejorar un proceso, un producto, un servicio o un sistema actual, como resultado de analizar lo que hacemos y la manera como lo hacemos, involucrando a todos en la organización por igual. Este tipo de mejoramiento progresivo y firme involucra cambios pequeños pero beneficiosos. El Kaizen está fundamentado en el conocimiento, habilidad y creatividad de la gente.

Es importante entender que el mejoramiento no se limita a la aplicación del Kaizen. El mejoramiento también se puede lograr mediante innovación, es decir, a gran escala, cambiando todo lo que hacemos y la manera como lo hacemos, cambiando el paradigma. A diferencia del mejoramiento continuo, la innovación trae consigo mejoramiento mediante la inversión en bienes de capital, alta tecnología, por ejemplo en manufactura, informática o telecomunicaciones. Mediante innovación se logran grandes saltos en los resultados. Esto, que fue planteado por Joseph Juran como "cambio de mentalidad o breakthrough" y que en Japón se denomina Kayro, no fue entendido por algunos gurús de la administración y propusieron entonces el concepto de reingeniería, creyendo erradamente que el planteamiento de la calidad total se limitaba sólo al mejoramiento incremental.

El mejoramiento de los procesos, implica entonces, tanto el enfoque evolutivo (kaizen) como el revolucionario (Kayro), y sus objetos son los procesos, no las organizaciones. Se trata de enfocarse en cómo se hace el trabajo realizado por las personas que trabajan en tales procesos y cómo se interrelacionan estos para entregar valor a los clientes, a los dueños, a los colaboradores y a las demás partes interesadas en esa organización.

La gerencia de procesos

La orientación hacia la gerencia de los procesos forma parte de la cultura de las organizaciones exitosas. Observamos esto en empresas latinoamericanas, norteamericanas, europeas y japonesas. No tiene nada que ver con la cultura antropológica, sino con la cultura empresarial. El investigador Lester Thurow

⁵² Kaizen en japonés significa mejoramiento continuo. Proviene de combinar dos caracteres chinos: KAI que significa cambio y ZEN que significa bueno. <http://www.youtube.com/watch?v=jRdTFis4-3Q>

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

concluye que las firmas japonesas exitosas asignan dos tercios de sus presupuestos de investigación y desarrollo a nuevos procesos, y solamente un tercio a nuevos productos, proporciones inversas a las que se encuentran en las empresas norteamericanas de poco éxito. La idea implícita es que si existe una buena gerencia de los procesos, los resultados son automáticos.

La confusión común entre unidades organizacionales y procesos surge porque el paradigma predominante en las organizaciones es el del organigrama, donde las líneas de responsabilidad, autoridad y relaciones entre las personas están dibujadas y los colaboradores están acostumbrados a las denominaciones de Vicepresidencia, Gerencia, Dirección o Departamento, pero no están establecidos ni dibujados los procesos.

Las unidades organizacionales tienen nombres muy definidos, mas no así los procesos. Es así como los procesos aparecen fragmentados, muchas veces invisibles por la estructura organizacional y, lo que es más grave, los procesos tienden a no tener gerencia, ya que la alta gerencia responsabiliza a los gerentes por rendir cuentas de un área o departamento en particular, pero no se asigna la responsabilidad por el trabajo completo, esto es, por el proceso.

La consecuencia de la concentración en funciones es que nadie es responsable del proceso completo, pues hay muchos responsables por partes del mismo, lo cual afecta la competitividad de la organización.

Una de las preocupaciones de varios pensadores dentro del movimiento de calidad, al nivel mundial, era la de mejorar la efectividad de las organizaciones para entregar bienes y servicios que agregaran valor a los ojos de sus clientes, de acuerdo con el mercado objetivo que la misión y visión de la empresa hubiera fijado. Encontraban que una de las limitaciones más grandes en dicho propósito era la visión fragmentada de operaciones individuales realizadas por unidades organizacionales específicas, en la que se pretendía optimizar las operaciones individuales, tales como manufactura, compras, tesorería, distribución, para mencionar sólo unos pocos ejemplos, sin un enfoque holístico de procesos totales.

La preocupación clásica en las organizaciones se ha dirigido a los canales de autoridad, información y control, es decir, a la estructura organizacional, y no a lo que se hace y como se hace en toda la empresa, esto es, a los procesos realizados a lo largo y ancho de tal estructura.

De acuerdo con la estructura organizacional, ciertas actividades son agrupadas en unidades organizacionales tales como producción o ventas. La lógica de agrupar las actividades en grupos de trabajo, secciones, departamentos, gerencias, vicepresidencias, es que las actividades que realizan tienen similitudes y por tanto deben ser desarrolladas agrupándolas en una misma área de trabajo. Un departamento se separa de otros grupos de trabajo con base en la diferencia de sus actividades, estableciendo una estructura basada en especialistas por funciones.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Esto condujo a un énfasis y orientación creciente hacia la importancia de los procesos como responsabilidad esencial de la gerencia para lograr una mayor competitividad de la organización.

Nace así, dentro del movimiento de calidad, la concepción de la organización como un conjunto de procesos que generan un bien o servicio de valor para el cliente. Teoría y práctica que han venido evolucionando a partir de la segunda mitad del siglo veinte. "El siguiente proceso es su cliente" establecieron los japoneses. Esto fue un paso adelante en la concepción de una organización como un conjunto de procesos interrelacionados. Los procesos son las actividades estructuradas sistemáticamente para producir un resultado que tenga valor para unos clientes. La orientación hacia los procesos implica un énfasis en la forma como se realiza el trabajo en la organización, identificando y gestionando los diferentes procesos, en contraste con el énfasis en qué se produce.

Los gerentes profesionales han entendido que la administración centrada en procesos, gerencia de procesos, administración por procesos, gestión por procesos, o denominaciones similares, no puede ser aplicada como una ola más en los enfoques de gerencia, como lo fueron en su oportunidad la administración por objetivos, el desarrollo organizacional, la administración participativa, la administración por políticas, la administración por observación caminante, y muchas otras administraciones. La lección aprendida y practicada por estos gerentes consiste en concentrarse en el mejoramiento sistemático de procesos organizacionales como uno de los pilares de un sistema integral, holístico, de planeación y gerencia, esencial para desarrollar la estrategia corporativa.

Escuchar la voz del cliente fue otro de los principios de la gerencia de procesos. Cualquier proceso tiene razón de ser en la medida que le agregue valor a los ojos de quien demanda el producto del mismo. Si un proceso no tiene usuarios, consumidores, clientes que utilicen las salidas entregadas por ese proceso, es un proceso cuya existencia no tiene sentido y debe desaparecer, pues no agrega valor ni es necesario, son actividades y resultados muy costosos para cualquier tipo de organización.

Los procesos son la arquitectura en la que esta soportada una organización para entregar valor a sus clientes. En consecuencia, es el cliente, interno o externo, quien está en mejor posición para evaluar la calidad de los procesos. La satisfacción del cliente es uno de los principios esenciales de la calidad total.

No obstante lo anterior, el paradigma de la calidad total, predominante en las organizaciones exitosas en las dos últimas décadas, estableció otro juez implacable de los procesos seguidos por una organización y es el aprendizaje de las experiencias de otras organizaciones reconocidas como líderes. Por tanto, es necesario poner en contexto nuestros procesos para aprender cómo lo hacen los mejores, ya sea en nuestro mismo sector de actividad o en otros sectores, escuchando cuidadosamente sus experiencias y ajustando nuestros procesos a esas mejores prácticas.

Benchmarking, comparación competitiva, referencia competitiva o escuchar la voz de los mejores, fue otro aporte en la concepción del enfoque y mejoramiento de los procesos. Esta metodología, propuesta por Robert Camp a principios de los años ochenta en Occidente, fue promulgada por el general chino Sun Tzu⁵³ (400 a.C.). Implica desarrollar un proceso de aprendizaje, y se constituye en un método efectivo para lograr transformaciones revolucionarias en los procesos. Escuchar la voz de los mejores es un proceso en sí mismo, que enseña a las organizaciones una metodología probada para aprender a aprender.

Este ha sido el desarrollo del esquema de gerencia de procesos y es uno de los criterios claves que ha sido incluido en los premios nacionales de calidad alrededor del mundo, cuyo enfoque es establecer un modelo de desempeño excelente para las organizaciones. Así está contemplado en el Premio Malcom Baldrige de Estados Unidos, el Deming y la medalla a la calidad en el Japón; el premio europeo a la calidad de la comunidad europea; en Latinoamérica, el premio colombiano, el brasileño y el mexicano a la calidad también lo incluyen.

Procesos Seis Sigma

Imagine lo que significa tener resultados 99.9% aceptables en su organización. Alguien podría pensar que eso significa que solo el 0.1% de las salidas tiene algún problema. ¿Aceptaría usted un 99.9% en calidad? Las siguientes cifras quizás hagan reflexionar a esa persona. 99.9% de calidad significa una hora de suministro de agua no saludable durante cada mes, dos aterrizajes inseguros al día en el aeropuerto El Dorado, 16.000 piezas de correo postal perdidas cada hora por el servicio postal de los Estados Unidos.

Muchas organizaciones alrededor del mundo operan a un nivel de tres o cuatro sigma, es decir, que sus productos tienen entre 6.200 y 67.000 defectos por millón de oportunidades. El efecto es devastador en el cliente, en las finanzas de la organización y en la sociedad toda. La idea es entonces que todos los procesos en su organización tengan una variabilidad tan mínima que sean procesos con nivel seis sigma.

Un proceso con nivel seis sigma es un proceso con un promedio de la variable medida que está alejado de los límites una magnitud de seis desviaciones estándar y que ese promedio no se desvía en más de 1.5 sigmas del valor nominal. En términos prácticos, eso significa que su proceso genera como máximo 3.4 productos (bienes o servicios) con defectos por cada millón de oportunidades. En tal nivel de desempeño compiten las organizaciones de clase mundial.

Por tanto, aunque es muy difícil llegar a la meta de seis sigma, se debe trabajar sistemáticamente en todo los procesos de la organización para que el cliente obtenga el producto que llene sus necesidades y expectativas en cada oportunidad

⁵³ <http://www.gorinkai.com/textos/suntzu.htm>

en que se le sirve. Este es el reto para los gerentes que desean alcanzar niveles de competitividad imbatibles.

La serie ISO 9000

La organización internacional de normalización, ISO, editó en 1987 una serie de normas internacionales para establecer los lineamientos, los conceptos utilizados y los requisitos exigidos en un sistema de aseguramiento de la calidad. Ese conjunto de normas se conoce con el nombre ISO 9000. Cada seis años, la ISO hace una revisión sistemática de sus normas; por tal motivo la última versión de la serie corresponde a diciembre de 2000, reemplazando la versión anterior de 1994.

La ISO 9000:2000 cambió su enfoque inicial de entender un sistema de calidad utilizando el modelo de ciclo de vida de acuerdo con un conjunto de elementos por el de recomendar a las organizaciones que fundamenten sus sistemas de gestión de calidad en el concepto de procesos y adopten la orientación hacia los procesos.

Esto representa un cambio radical al interior de los organismos de normalización en el mundo entero, en su manera de entender las organizaciones y sus sistemas de calidad, que va en armonía con el desarrollo de la teoría y la praxis de modelos integrales de gerencia como el desarrollado bajo el esquema de calidad total. En tal sentido, la nueva serie de normas ISO 9000 es anacrónica, pues simplemente reconoce la importancia de administrar procesos como elemento fundamental para asegurar calidad y mejorar la productividad en las organizaciones, teoría y práctica implantada por muchas organizaciones en las dos últimas décadas del siglo pasado.

El comité técnico TC 176 de la ISO - International Organization for Standardization, encargado de la revisión de la ISO 9000:2005 llegó a un consenso en relación con los principios gerenciales de la calidad. Los principios fueron desarrollados después de investigar cuáles eran los conceptos de calidad utilizados por las organizaciones alrededor del mundo. Ocho principios resultaron de este trabajo:

1. Organización enfocada hacia el cliente
2. Liderazgo
3. Participación de las personas
4. Orientación hacia los procesos
5. Enfoque sistémico de gerencia
6. Mejoramiento continuo
7. Toma de decisiones basada en hechos
8. Relación benéfica mutua con los proveedores.

En consecuencia, se observa una tendencia a normalizar las visiones divergentes del pasado entre los premios nacionales de calidad, que establecen los criterios para el desempeño excelente de una organización y el enfoque de un sistema de aseguramiento de la calidad como es el de la serie ISO 9000. Creemos que, de esta manera, se ha dado un paso adelante y las críticas provenientes de lado y lado en

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

el pasado, han resultado en diálogos fructíferos en beneficio del cliente, las organizaciones y la sociedad.

Para muchas empresas, es un imperativo establecer un sistema de aseguramiento de calidad de su producto y certificar dicho sistema bajo el esquema ISO 9000, pues es una exigencia de sus clientes o sus competidores lo esgrimen como ventaja competitiva. Sin embargo, este sistema de calidad es tan sólo uno de los subsistemas de un sistema integral de planeación y gerencia, denominado calidad total.

La calidad total

Todos los elementos indicados anteriormente han evolucionado hasta converger en una concepción holística de la calidad como un esquema de gestión integral, un sistema integral de planeación y gerencia, conocido mundialmente con los nombres de calidad total, filosofía de calidad, gerencia de calidad total, proceso de mejoramiento continuo o simplemente calidad, practicado por muchas organizaciones exitosas alrededor del mundo, algunas de ellas en Latinoamérica y en Colombia.

Parece haber acuerdo entre los académicos y practicantes de la calidad en que ésta se trata, ante todo, de una filosofía de gestión y no de una moda o un programa más y, como tal, implica un proceso de construcción o transformación de la cultura organizacional. Por tanto, cuando hablamos de calidad, en tal contexto, vamos mucho más allá de la calidad del producto, de la metodología para controlar, mejorar o comparar procesos, o de técnicas útiles para asegurar la calidad del producto.

Para algunas organizaciones con muchos años en el mercado, dicha transformación es fácil, y no enfrenta mayores contratiempos, porque su cultura organizacional, es decir, sus creencias básicas, valores compartidos entre sus integrantes, su modo de enfocar y encarar las oportunidades que se presentan para mejorar, y las enseñanzas inculcadas por los gerentes a través de su historia y aplicadas en la vida diaria del trabajo, es perfectamente compatible con los principios de calidad. Otras organizaciones con mucha tradición, tienen dificultades grandes con la transformación en una cultura de calidad porque su cultura se ha fundamentado en creencias, valores y enseñanzas diferentes, muchas veces contrarias, al paradigma de calidad. Y aquellas que se inician o con pocos años de evolución organizacional, tienen el reto de lograr una alineación organizacional en toda su estructura con la calidad.

Los principios en los que está fundamentada la filosofía de la calidad son relativamente sencillos y, muchos dirían, de sentido común. Pero es necesario tener cuidado, pues al decir de un buen directivo, "el sentido común desafortunadamente no es práctica común". No se necesita un alto nivel académico para entender y practicar los conceptos y la metodología de la calidad. Sin embargo, no es fácil

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

implantar un enfoque de calidad, porque la tarea difícil es armonizar todos los conceptos y características de la calidad para que la orquesta interprete correctamente la partitura. Implantar calidad no se hace de la noche a la mañana, hemos aprendido que se trata de un proceso de años continuos de trabajo serio. Quienes fracasan estrepitosamente son los directivos de organizaciones que piensan en calidad como un programa más, a corto plazo, sin mayor compromiso y liderazgo de su parte, ni voluntad para quemar las fases de desarrollo, tomar las medidas requeridas y sin la plena confianza en que el talento de la gente de su organización puede lograr la transformación.

La transformación hacia la calidad es una estrategia de largo plazo, enfocada en agregar valor en tres dimensiones, a los clientes, a los dueños y a los colaboradores. El punto de partida es entender a los clientes y entregarles productos y servicios que los fascinen, es decir, que superan sus necesidades básicas y las expectativas que tienen sobre ellos, pero no es sólo esto; implica también enfocarse en los procesos de trabajo interno, aplicar principios, valores y metodología a la manera de planear, gestionar, controlar, medir, mejorar, comparar, e involucra a todos los colaboradores de una organización con el propósito de lograr competitividad para la misma, pues se busca calidad en toda la organización, todo el sistema, no sólo en sus productos. Incluye la estrategia, las finanzas, la planeación, la imagen corporativa, la gestión humana, la tecnología, los sistemas de información, el entorno, el cuidado del medio ambiente. Por tanto, no funciona si los gerentes establecen expectativas irreales, de grandes resultados en el corto plazo, los próximos doce meses, o si se acoge como un programa, campaña o slogan. Este es el "año de la calidad" en la compañía. Sin lugar a dudas, implica un fuerte liderazgo de la alta gerencia, mucha planeación y compromiso de recursos, un trabajo metódico de varios años. Varios estudios muestran que esa transformación tarda entre siete y diez años.

Principios y valores

Otra lección aprendida como elemento fundamental de transformación hacia una cultura de calidad es definir los principios y valores en los que se fundamenta la conducta de las personas al interior de la organización.

Es común confundir principios con valores. Los principios son leyes naturales, verdades profundas y objetivas, inquebrantables, externas a las personas, que permiten establecer si una acción fue correcta o incorrecta. Los diez mandamientos, los derechos humanos, el derecho internacional humanitario son principios.

De otro lado, los valores son de carácter subjetivo, pertenecen al interior de las personas. Con ellos se pretenden incorporar prácticas, esto es, integrar hábitos a la conducta de la gente. Por ejemplo, la efectividad, la productividad, la honestidad y la puntualidad son valores.

Por lo general, en la administración se denomina principios a las creencias básicas en las que fundamenta su actividad una organización.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La importancia de los principios y valores corporativos es que establecen la rectitud de nuestras intenciones y definen una brújula específica para determinar cuáles son las conductas valoradas en las personas que pertenecen a una organización en particular. Los principios de gerencia que aplican las organizaciones con cultura de calidad son:

1. Organización enfocada hacia el cliente
2. Liderazgo en todo nivel de dirección
3. Participación de las personas
4. Orientación hacia los procesos
5. Enfoque sistémico de gerencia
6. Mejoramiento e innovación
7. Toma de decisiones basada en hechos
8. Relación benéfica mutua con los proveedores
9. Comparación competitiva
10. Concentración en resultados económicos y no económicos

Todos y cada uno de estos principios han sido recogidos como criterios fundamentales para evaluar el desempeño excelente de una organización y, en tal sentido, son los pilares con base en los cuales se otorgan los premios nacionales y regionales de calidad en el mundo.

Un buen indicador de la cultura de una organización y que mide con bastante precisión si se ha originado un cambio, es el lenguaje utilizado por las personas dentro de ella, pues existe una correlación muy alta entre el conjunto de principios y valores de una persona y el lenguaje que utiliza.

Hemos aprendido de los psicólogos que las personas establecen conductas de acuerdo con la percepción del resultado de sus acciones. En una organización, las actitudes que desarrolla su gente se basan en las acciones que toma y en su interpretación de los resultados. Y la actitud prevaleciente de los empleados es la que define la cultura de la organización y esto es determinante en sus resultados.

La transformación deseada se logra cuando la gerencia interviene en las acciones tomadas por la gente, para que hagan cosas diferentes en su trabajo; así se pueden modificar las actitudes de las personas y, por supuesto los resultados. Cuatro elementos han demostrado ser importantes en dicha transformación.

Todas las organizaciones exitosas en transformar su cultura organizacional hacia calidad han invertido enormes cantidades de dinero en la formación de su gente con programas permanentes de educación, capacitación y entrenamiento en los principios, metodologías y habilidades para lograr calidad, y no se conoce de ninguna excepción a la regla.

Un segundo elemento es el ejemplo que brindan los directivos y gerentes a sus colaboradores. Lo que la gente vea hacer a sus líderes institucionales es determinante en su comportamiento. No importa que la empresa tenga una misión,

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

visión, principios y valores perfectamente editados, publicados y difundidos, si sus líderes no muestran con su ejemplo consistencia entre el discurso y lo que piensan, sienten y hacen todos los días.

El tercer factor lo llamo "cobrar calidad" para indicar la importancia que tiene la asignación de recursos por parte de la gerencia antes de exigir resultados a los colaboradores, y que, dados los recursos, se debe ser inflexible en exigir resultados, pues si no se dan, ya no es un problema de la gerencia, sino de falta de compromiso de las personas.

Finalmente, el cuarto elemento es brindar reconocimiento público por los aportes que una persona o un equipo humano hayan hecho por el mejoramiento de la organización, de un proceso, de los compañeros de trabajo, de sus colegas, del cliente, de la sociedad. Mediante el reconocimiento se dan gracias sinceras a las personas y se les dice "buen trabajo", demostrando el aprecio que se siente por ellas, para que, a su vez, la gente escuche esas "gracias" como una expresión significativa. Estos son los verdaderos reconocimientos, los que se expresan como una voz de aliento y sincero agradecimiento, sin ningún medio metálico.

La calidad y los resultados económicos

Los resultados económicos son lo único que cuenta, especialmente en el sector privado, pues es a través de los resultados económicos obtenidos por la organización en un periodo de tiempo que se evalúa su gestión. Por lo general, el medidor predominante es la obtención de utilidades anuales.

Varios practicantes de la calidad descuidaron la relación intrínseca existente entre el mejoramiento y los resultados económicos, haciendo énfasis en la aplicación de las metodologías conocidas como Kaizen, círculos de calidad, control y mejoramiento de procesos, la casa de la calidad, mantenimiento total productivo, producción justo a tiempo, explosión e implosión de materiales, gerencia del servicio, medición de la satisfacción del cliente, normalización, control estadístico de calidad, diseño de experimentos, confiabilidad, despliegue de políticas, costos de calidad, costos basados en actividades, para mencionar solamente algunas de las técnicas más practicadas en los últimos tres decenios, pero sin unir las de manera coherente con los aspectos económicos.

El hecho de no documentar esta relación condujo a muchos críticos de la calidad a sentenciar que este enfoque integral de gerencia estaba agotado y decretaron su muerte prematura como teoría y práctica de gerencia. Quizás, se pecó de ingenuidad al pensar que el éxito obtenido en la aplicación de la calidad por prestantes organizaciones alrededor del mundo era suficiente para demostrar su valor. Paradójicamente, las críticas eran sustentadas en casos puntuales o anécdotas pero, sin datos objetivos y análisis estadísticos válidos. Esto motivó recientemente la realización de investigaciones serias sobre este tema tan importante.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Sin duda, los resultados económicos son una de las responsabilidades principales de un buen administrador, pero la gran discusión es si es lo único que debe hacer un buen gerente, si las utilidades son la única manera de medir la gestión económica y si es la mejor de las maneras.

En América Latina, hemos sido testigos de quiebras y colapsos impresionantes de instituciones y empresas públicas por motivos de corrupción, pero opinamos que también por la ausencia de buena gerencia. Altos "funcionarios" de organizaciones estatales que desconocen el significado de calidad, productividad, competitividad, eficacia, eficiencia, valor agregado, rentabilidad, preocupados por hacer muchas cosas pero descuidando lo esencial, donde la obtención de resultados económicos no es parte fundamental de su gestión y la sociedad no ejerce control de gestión, al calificar la rendición de cuentas que se le presente sobre la gestión de un gerente de lo público. ¿Cuánto nos cuesta a los ciudadanos la mala administración de las entidades y empresas estatales? Todo parecería indicar que la buena gerencia es patrimonio exclusivo del sector privado y que allí si hay dolientes. No obstante, en el sector privado también se presentan malas prácticas administrativas con resultados económicos y no económicos deficientes. Por fortuna, existen ejemplos de organizaciones estatales con muy buena gerencia, envidia de muchos gerentes del sector privado. Lo malo es que en ambos sectores se trata de la minoría de organizaciones.

Diferentes investigadores, docentes y asesores de gerencia han insistido en la necesidad de agregar valor a todo lo que hace una organización. Para algunos es tan importante, que lo consideran la razón de ser de un gerente. Hay que crear valor para el cliente, entregándole soluciones a sus necesidades que superen sus expectativas. Se debe crear valor para la gente de la empresa, para sus colaboradores, de manera que se ofrezca un ambiente interno que les brinde satisfacción en su trabajo. Y es necesario agregar valor económico a los dueños.

Agregar valor significa analizar todos los procesos y determinar si realmente son necesarios o no. Una vez estén claros los procesos que generan valor, la concentración debe ser la reducción sistemática de la variación en ellos y la eliminación de todo tipo de desperdicio (véase Lean Six Sigma). En la mayoría de los casos, es en este análisis donde se encuentran las grandes oportunidades de reducción y previsión de costos innecesarios. En la década de los noventa, se hicieron grandes reducciones de personal y en esta primera década del nuevo milenio, se siguen haciendo fuertes recortes de personal, bajo el viejo precepto que la mejor manera de reducir costos y aumentar la productividad es "cortando cabezas". Lo cierto es que pocos han logrado las economías de costos perseguidas; es más, algunos han experimentado aumento en los mismos y el ambiente interno de trabajo se ha deteriorado sustancialmente. La causa de lo anterior es que se resuelve el problema equivocado.

La reducción permanente de costos se logra enfocándose en los procesos esenciales de operación de una organización a través del mejoramiento de ellos. ¿Qué significa exactamente esto? Primero, responder la pregunta básica de si se requiere o no

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

dicho proceso. Si la respuesta es no, el proceso no debe existir, no agrega ningún valor a la misión de la organización, ni contribuye un ápice a desarrollar su visión de futuro y, por tanto, debe desaparecer. En el caso contrario, se van quedando en la operación diaria procesos ineficaces que no sirven para nada distinto al aumento de la burocracia y de los costos, absorbiendo recursos innecesarios. En una segunda fase, el mejoramiento consiste en hacer más eficiente el proceso, concentrándose en la ejecución del mismo, para optimizar el rendimiento de los recursos, preguntando cuál es la mejor manera de ejecutar las actividades y adaptando las respuestas que se encuentren o se aprendan. En este nivel de desarrollo del mejoramiento, es imperativo entonces, visualizar los diferentes tipos de desperdicio presentes en el proceso actual y eliminarlos. Por último, el mejoramiento implica que, con regularidad, cada tres o cuatro años, se haga una revisión total de todos los procesos, validando su finalidad y contribución a la organización.

En el enfoque anterior, el orden de los factores si altera el producto. No tiene mucho sentido centrarse en la eficiencia de un proceso, por ejemplo mejorando el tiempo total de su ciclo al eliminar actividades innecesarias en la información entregada o aboliendo re-trabajos que consumen recursos valiosos como tiempo y materiales si: 1) el proceso no es esencial, 2) no agrega valor a los ojos del cliente, 3) el cliente no está dispuesto a pagar por él, o 4) no es un proceso que sea parte de la razón de ser de la organización. Otros acuden a mejorar la eficiencia del proceso, a través de la adquisición de más computadores y software para manejar más información con mayor rapidez, lo cual tampoco soluciona el problema, pues lo fundamental no es contar con equipos y programas, sino haber desarrollado un sistema que provee la información que se necesita y no tanto como se maneja tal información. El sentido de un proceso depende de mejorar la eficiencia de un proceso esencial. Por eso se ha dicho que la calidad es hacer las cosas correctas bien hechas, lo cual no es otra cosa que concentrarse en realizar los aspectos correctos del trabajo y luego en mejorar su ejecución.

La calidad tiene una fuerte correlación con los resultados económicos y no económicos de una organización. El Departamento de Comercio de los Estados Unidos y el Instituto Nacional de Normas y Tecnología, este último administrador del premio estadounidense a la calidad Malcolm Baldrige, desarrollaron un índice Baldrige, un fondo ficticio en bolsa. El fondo está constituido por todas las empresas que han sido merecedoras del premio desde 1988 y que están registradas en bolsa. No hacen parte del fondo ficticio aquellos ganadores que no negocian en bolsa. Los resultados se publican todos los años en la página web www.nist.gov.

Uno de los estudios más completos y serios realizados sobre la relación entre los resultados económicos y la calidad lo realizaron los profesores Kevin B. Hendricks de la Universidad de Western Ontario y Vinod R. Singhal del Instituto de Tecnología de Georgia (Don't Count TQM Out, Quality Progress, Abril, 1999). Ellos documentaron el desempeño económico de 600 empresas norteamericanas ganadoras de premios de calidad, no sólo el premio nacional, Malcolm Baldrige, sino también premios otorgados por los diferentes estados de la unión, organizaciones

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

que han desarrollado premios de calidad para sus proveedores e institutos independientes. Las 600 empresas son representativas de todo el espectro de la actividad empresarial, 75% de ellas provenientes del sector manufacturero.

Los autores de la investigación seleccionaron empresas de control para comparar los resultados de cada ganador del premio de calidad que perteneciera al mismo sector de actividad económica y que tuviera un tamaño similar, medido por el valor de activos en libros. Asumieron que las empresas de control en el mismo sector de actividad y tamaño enfrentan los mismos factores económicos, competitivos y de industria que las empresas de calidad. El desempeño económico fue medido en dos periodos de cinco años. El primer quinquenio cubre el periodo posterior a la implantación, comenzando un año antes y cuatro después de haber obtenido su primer premio de calidad. El segundo quinquenio, referente al periodo de implantación de la cultura de calidad, se inicia seis años antes y termina un año antes de la obtención del primer premio de calidad.

El principal medidor económico elegido fue el cambio porcentual en ingresos operacionales que equilibra las ventas netas menos el costo de ventas y los gastos de administración y ventas. Esto mide las utilidades generadas por la operación, antes de intereses e impuestos. Por tanto, no está afectado por el método de financiación, las ganancias o pérdidas por la venta de activos y el sistema de impuestos, ninguno de los cuales tiene relación directa con la calidad. Los ingresos operacionales se ven afectados por el cambio en la tasa de crecimiento y la eficiencia de la operación. Las medidas de crecimiento incluyeron porcentajes de cambio en ventas, activos totales y número de empleados. Y los medidores de efectividad, porcentaje de cambio en retorno sobre ventas y sobre activos.

No se encontraron diferencias significativas entre las empresas de calidad y el grupo de control durante el periodo de implantación. Sin embargo, la situación cambia drásticamente después de recibir o ganar un premio de calidad. Las empresas de calidad superan al grupo de control en relación de 2 a 1 en cuanto a ingresos operacionales, ventas y total de activos. El crecimiento en los ingresos operacionales de los ganadores durante el período posterior a la implantación promedia el 91% contra un promedio de 43% del grupo de control. Las empresas exitosas experimentaron, en promedio, un aumento del 69% en sus ventas (en contraste con un 32% en las de control), un 79% de incremento en el total de activos (comparado con 37% en las de control), y un aumento del 23% en el número de empleados (contra un 7% en las empresas de control).

Las empresas de calidad también muestran mejoras superiores en los indicadores de eficiencia; el retorno sobre ventas mejoró en promedio 8% contra ninguna mejoría en las empresas de control, y el retorno sobre los activos mejoró un 9%, en promedio, en comparación con un 6% para el grupo de control.

Por último, pero no menos importante, el desempeño en el precio de la acción en el mismo periodo posterior, esto es, cinco años después de recibir el primer premio de calidad, es muy favorable para las ganadoras, un retorno promedio del 119% en contraste con el 75% para las empresas de control. Y si se compara con las 500

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

empresas S&P, las derrotan por un margen de 34% - 114% para las empresas de calidad contra el 80%.

Estos resultados son económica y estadísticamente indiscutibles. Por tanto, la lección es muy clara: si se aplica la calidad en una organización con la coherencia y disciplina requeridas, los resultados son trascendentales, no sólo los de carácter no económico, sino que se obtienen mejoras drásticas en el desempeño financiero de la organización. La calidad paga, vale la pena, es una buena inversión. Lo que cuesta es la mala, la deficiente o la falta de calidad, pues son algunos de los costos más altos en lo que puede incurrir cualquier empresa. Por tanto, quienes han expedido certificado de defunción a la calidad total están desorientados y siguen pensando en la minucia de las modas administrativas.

Cualquier análisis que se desee establecer de relación causa efecto entre resultados económicos y calidad total, se debe fundamentar en procesos bien estructurados y con continuidad de propósito en el tiempo. La calidad no es una carrera de cien metros planos, es una maratón, cuyos resultados se ven en el largo plazo. Nadie ha dicho que trabajar con calidad sea fácil; lo que sí hemos aprendido es que funciona y muy bien, si se dan los elementos requeridos para su implantación exitosa.

La metodología DMAIC

Aspecto central en el desarrollo exitoso de una estrategia organizacional que conduzca a la construcción de una cultura de calidad es la metodología utilizada por todos los colaboradores de la empresa para resolver problemas y lograr mejoramiento continuo y drástico en los procesos de trabajo. La metodología de mejoramiento DMAIC es hasta ahora la más completa y con éxitos comprobados por un sin número de organizaciones alrededor del mundo.

Las empresas líderes y practicantes de la filosofía de la calidad y la productividad, establecen una estructura de soporte para desplegar esta estrategia e invierten grandes cantidades de recursos para entrenar a todos los integrantes de su estructura organizacional en metodología DMAIC y brindan soporte para que las personas apliquen el conocimiento adquirido en proyectos específicos de mejoramiento en toda la cadena de valor.

Es así como han nacido las denominaciones de Yellow Belt, Green Belt, Black Belt y Master Black Belt (tomados al hacer el símil con las destrezas adquiridas por expertos en artes marciales) para referirse a los conocimientos, competencias desarrolladas y experiencia adquirida por una persona practicante de los enfoques Lean, Six Sigma y metodologías DMAIC y DFSS⁵⁴.

Contar con un amplio número de personas en la organización, desde los niveles de dirección hasta los de ejecución, que entiende estas metodologías y las aplica

⁵⁴ DFSS significa metodología de diseño para seis sigmas (*Design For Six Sigma*). Su creador fue Mikel Harry. <http://www.youtube.com/watch?v=f9LJhUNktZI>

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

sistemáticamente para mejorar sus procesos de trabajo diario, desarrollando cientos de proyectos de mejoramiento en todos los procesos hace una diferencia significativa en los resultados obtenidos y crea cultura sostenible en el tiempo.

Los orígenes

En los años ochenta los ingenieros Bill Smith y Mikel Harry que trabajaban en la Vice-presidencia de calidad de Motorola, crearon la filosofía de gestión Six Sigma y la metodología de mejoramiento DMAIC. Fueron tan exitosos los enfoques desarrollados por estos ingenieros que Motorola en 1988 ganó con su aplicación el premio norteamericano a la calidad, el Malcolm Baldrige Quality Award, otorgado en Estados Unidos a las empresas que se han distinguido por aplicar principios de gerencia integral con cultura de calidad.

Harry desarrolló en 1985 un sistema progresivo de herramientas de mejoramiento denominado "Los filtros lógicos". Posteriormente, refinó este modelo y lo llamó MAIC (abreviación en inglés de Measure, Analyze, Improve and Control), una metodología consistente en cuatro etapas: Medir (evaluar con la recolección de datos la situación actual del proceso), Analizar (entender las causas del desempeño presente del proceso), Mejorar (elaborar alternativas de mejoramiento del desempeño del proceso) y Controlar (desarrollar procedimientos para mantener las mejoras obtenidas y hacerlas sostenibles en el tiempo). Con base en la experiencia de la aplicación del modelo original en Motorola, Harry le agregó una fase inicial para definir el problema, la etapa D, y así se llegó al método DMAIC, publicado por primera vez en 1993.

La metodología

DMAIC es una metodología de cinco fases secuenciales empleada para solucionar problemas en procesos existentes del negocio. Su aplicación implica que la empresa ha identificado y seleccionado proyectos específicos de mejoramiento en sus procesos del negocio que cubren toda la cadena de valor.

Si bien cualquier persona en una organización puede aplicar el ciclo DMAIC para resolver problemas, la manera como se aplica más eficazmente en las organizaciones es mediante la ejecución sistemática de proyectos de mejoramiento, en que para cada proyecto a desarrollar, se designa un promotor (gerente), un líder de proyecto (conocedor de la metodología DMAIC) e integrantes del equipo (personas que trabajan en el proceso a mejorar o que por sus competencias pueden aportar a la solución del problema), todos ellos entrenados previamente en metodologías Six Sigma, Lean y DMAIC de acuerdo con el rol que juegan en el proyecto.

En la siguiente reseña, se presenta el contenido y objeto de cada una de las cinco fases de la metodología.

1. Definir

El propósito de la fase inicial es definir y cuantificar el problema en detalle, entendiendo en qué consiste el resultado indeseable o la oportunidad de mejora que se tiene en el proceso bajo estudio, confirmando la brecha entre las salidas del proceso y los requerimientos del cliente. Es importante entonces, identificar el proceso a ser mejorado, los clientes del mismo, sus necesidades y requerimientos.

En la fase definir, también se establece qué es un defecto y se establece una definición operacional del mismo, esto es, cómo obtener una medición del defecto.

Un aspecto crítico para la aplicación exitosa de la metodología, especialmente cuando se incursiona por primera vez en DMAIC, es establecer el alcance del proyecto y sus objetivos, estableciendo los medidores de resultado que se van a rastrear para conocer si se tiene éxito con el proyecto de mejoramiento, fijando las metas de desempeño por lograr en tales KPI (*Key Performance Indicators*). Debe ser claro para la gerencia y para el promotor y el equipo de mejoramiento para saber qué incluye y qué excluye el proyecto.

En DMAIC es fundamental que desde el inicio estén identificados cuáles van a ser los beneficios económicos para el negocio. De allí la importancia de que el área financiera de la empresa establezca el orden de magnitud de los resultados económicos que traerá consigo la realización exitosa del proyecto de mejoramiento

Finalmente para culminar la fase D del proyecto, se debe estructurar el plan de acción del mismo, la programación de actividades, estableciendo fechas de inicio y terminación de cada una de las cinco fases y obtener aprobación de la gerencia, para comprometer los recursos que sean necesarios para la realización del proyecto.

En esta fase, herramientas tales como: las 5W 2H⁵⁵ para establecer qué es y qué no es el problema (En Definir se utilizan 5W1H. En Mejorar 5W2H, agregando la pregunta cuánto cuesta, *How Much*), evaluación financiera, el mapa de alto nivel del proceso a mejorar o SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process Activities, Outputs, Clients*), escuchar la voz del cliente, mediante el uso del modelo Kano⁵⁶ para definir y priorizar los requerimientos del cliente, gráficas de series de tiempo o gráficas de control, árbol de críticos para calidad, directriz del proyecto de mejoramiento, cronograma de trabajo, plan de comunicación con las partes interesadas y matriz de competencias de las personas que

⁵⁵ <http://inn-edu.com/Calidad/Calidad5W2H.html>.

⁵⁶ <http://www.pdcahome.com/kano-analisis/>

intervienen en el equipo de mejora, son de gran ayuda para lograr el propósito de esta fase inicial.

2. Medir

En medir se pretende evaluar la situación actual del proceso, mediante la recolección de datos y evaluación de los mismos.

Es clave entonces ampliar el mapa de alto nivel del proceso, trazado en la fase D, elaborando un mapa detallado de todas las actividades realizadas en el proceso, tal y como es el proceso en la actualidad, de manera tal que se pueda analizar los diferentes tipos de desperdicio presentes y la complejidad del proceso a mejorar.

También es necesario establecer un plan de recolección de datos, definiendo cuáles son las preguntas que se desean contestar con la reunión de tales datos, qué tipo de datos son, definiciones operacionales, muestreo estadístico y registro de los mismos. De esta manera, se entenderá cuáles son los medidores clave y tipos de datos que se utilizarán.

Ya sea que se midan variables continuas o discretas es importante realizar en esta fase un estudio de la calidad de los datos y del sistema de medición utilizado. El propósito con este estudio es tener certeza que la variación introducida por el sistema de medición es muy pequeña en comparación con la variación observada en el proceso entre un ítem y otro (ya sean bienes o servicios). Para estos efectos, se utilizan estudios R&R (Reproducibilidad y Repetividad) o análisis de concordancia de atributos.

Como resultado del análisis de los datos reunidos, se determina la capacidad del proceso, se calcula el nivel sigma, la estabilidad del proceso y qué es posible obtener, suministrando un entendimiento del proceso actual e identificar oportunidades de mejoras iniciales rápidas y pasos en los cuales enfocar el proyecto. Las gráficas de frecuencia estratificadas, el análisis de Pareto, son útiles en este propósito.

La salida final de la fase M es una declaración enfocada del problema con una definición específica de la meta por lograr con base en la medición de hechos y datos, realizada en esta fase.

3. Analizar

El propósito de la fase Analizar es identificar posibles causas, variables de entrada, denominadas las X, que afectan la salida Y, según el modelo $Y = f(X)$. De acuerdo con esto, la salida del proceso (Y) es una función de procesos y factores clave de entrada que causan variación en la salida del bien o servicio.

Cuando se está aplicando DMAIC dentro del pensamiento Lean, la disminución drástica o eliminación del desperdicio, por lo general implica aplicar soluciones conocidas y probadas. Por ejemplo, desarrollar un programa de 5S para ordenar y organizar un área de atención al cliente o un taller de mantenimiento. En estos casos no se requiere un análisis exhaustivo de los factores causales, como si es necesario cuando el proyecto es de carácter *Six Sigma*, en el que por definición, se desconoce su solución o al menos las soluciones dadas en el pasado no han sido efectivas porque el problema es recurrente.

En proyectos *Six Sigma*, se acude a técnicas estadísticas avanzadas tales como: pruebas de hipótesis, análisis de regresión o diseño de experimentos que demuestren la relación causa y efecto y se pueda cuantificar el efecto de las entradas X en la salida Y y simular y predecir su comportamiento. Este análisis permite igualmente identificar cuáles de las entradas clave X deben ser consideradas en la fase Mejorar.

Cuando se alcanza la fase Analizar, existen dos puertas que se pueden atravesar. La puerta de los datos, en la cual, algunos procesos están dentro de especificaciones, existen datos confiables o son coleccionables y por tanto, se puede hacer análisis cuantitativo, estadístico que demuestre la relación entre las entradas clave y las salidas. O la puerta del proceso, cuando ninguno de ellos cumple especificaciones, los datos no están disponibles o son muy costosos de reunir y por tanto, se acude al análisis cualitativo del proceso.

Si un proceso está tan mal que no haya ítems dentro de especificaciones o no existe un proceso estándar, un prolongado análisis de los datos no proporciona información suficiente por sí solo para determinar las causas. En este caso, es más práctico ir a través de la puerta del proceso.

Sigue siendo importante utilizar datos para verificar los hallazgos de la puerta del proceso. Esto puede tomar la forma de análisis cualitativo (P. Ej., entrevistas, FMEA⁵⁷, etc.), mapas de valor agregado (incluyendo datos), y por supuesto el análisis de la salida que ocurre en MEDIR, en MEJORAR y en CONTROLAR.

Esto no es una situación de una o la otra, ise puede utilizar ambas puertas!

La diferencia básica de la metodología DMAIC con otras metodologías en general y en particular con el conocido ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), radica en el hecho de que la metodología PHVA supone que se conoce la solución y por tanto, salta inmediatamente a poner esta en práctica. En estos métodos convencionales de solución de problemas, existe "un centímetro de profundidad y un kilómetro de amplitud en el análisis", mostrando simplemente las causas potenciales de un efecto, utilizando P.Ej., un diagrama de espina de

⁵⁷ <http://asq.org/learn-about-quality/process-analysis-tools/overview/fmea.html>

pescado o un diagrama de árbol. A diferencia de la metodología DMAIC donde existe “un centímetro de amplitud y un kilómetro de profundidad” en el análisis, demostrando con hechos y datos la relación de causalidad, utilizando métodos estadísticos.

Esencialmente, en esta fase la metodología conduce de los muchos factores útiles involucrados a los pocos vitales, separando las opiniones e ideas preconcebidas sobre las causas potenciales del problema de los hechos y causas raíz verificadas, mediante análisis gráfico y estadístico.

4. Implementar mejoras

Para mantener la I en el acrónimo DMAIC, se ha traducido al español la fase I de *Improve* en inglés, como Implementar Mejoras. En esta fase el objetivo es acudir al conocimiento, habilidades, experiencia de las personas para generar diversas alternativas de solución y definir la mejor de ellas de manera tal que se eliminen o minimicen las causas verificadas del problema.

En la generación de ideas de solución, herramientas sencillas como la tormenta de ideas o el diagrama de afinidad son útiles. Para seleccionar la mejor solución, se utilizan herramientas como la matriz de impacto y esfuerzo, donde se califica el esfuerzo que debe hacerse para implementar cada idea de solución y cuál es el impacto que tiene en la solución del problema. También se utiliza una matriz de selección de soluciones, partiendo de la anterior matriz de esfuerzo e impacto, se evalúa la mejor solución con base en criterios acordados por el equipo de proyecto.

El análisis de modos potenciales de fallas y efectos o FMEA, es una técnica utilizada en esta fase para evaluar los riesgos potenciales que tiene la implementación de la solución seleccionada.

Es común hacer pruebas piloto, a pequeña escala de la solución escogida, de manera que se puedan cometer errores y hacer ajustes previos a la implementación a gran escala. Esta implementación implica definir un plan de acción (5W 2H), análisis de las partes interesadas y plan de comunicación con ellas para implementar la solución, matriz de responsabilidades y elaborar un mapa detallado del proceso, incorporando en él todas las mejoras implementadas.

Finalmente, se verifica la efectividad de la solución con datos, ¿se alcanzó la meta definida desde la fase D del proyecto? En tal perspectiva, se realiza un análisis de la situación antes y después de implementar las mejoras. Los mismos análisis hechos en la fase Medir se hacen ahora en la fase I. Acá el área de finanzas de la empresa deberá validar los resultados económicos obtenidos con la solución. Si la respuesta al interrogante es sí, se ha seguido el plan de implementación y se conoce como se logró el objetivo, entonces se puede

avanzar a la fase final de Controlar. Caso contrario, hay que rehacer todo el camino ejecutado en Implementar Mejoras o eventualmente devolverse a las fases anteriores de Analizar o Medir.

De esta manera, se concentran los esfuerzos de mejora en las entradas X críticas, se identifican las soluciones que atacan las causas raíz, se evalúa el efecto potencial de varias soluciones identificadas, se seleccionan soluciones óptimas como mejoramientos, se prueban y validan que las mejoras tienen efecto positivo en la salida, se evalúa el efecto que estas tienen en las personas y en la cultura, y se planea en concordancia para asegurar implementación fácil.

5. Controlar

Finalmente, en la fase Controlar, el propósito es estandarizar en primer lugar las mejoras implementadas para lograr consistencia y sostenibilidad en el largo plazo de la solución. Los estándares de trabajo, lecciones de un punto (prácticas estándar, mostrando gráficamente cómo se realiza correctamente el trabajo en contraste con la manera incorrecta) o a prueba de error (Poka Yoke⁵⁸), son herramientas utilizadas ampliamente en estas actividades de estandarización de procedimientos.

Es el momento para entrenar a las personas en los nuevos procedimientos, de manera tal que desaprendan los métodos obsoletos y pongan en práctica los nuevos, transfiriendo conocimiento a través del entrenamiento.

De otro lado, en Controlar se verifican los beneficios económicos y no económicos del proyecto. En relación con estos últimos, es importante evaluar la adquisición de competencias de los integrantes del equipo de proyecto en relación con la metodología DMAIC, mediante un diagrama radar se puede hacer un seguimiento de qué sabían y aplicaban las personas al inicio y cómo terminan al completar el proyecto.

El paso final consiste en monitorear sistemáticamente el desempeño del proceso, mediante la puesta en marcha de gráficas de control que permiten establecer la estabilidad del proceso, como también definir e implementar un plan de acción para tomar acciones correctivas cuando el proceso salga de estado de control.

El ciclo DMAIC y por ende el proyecto se cierra cuando se transfiere la responsabilidad al dueño del proceso para mantener en el largo plazo los logros entregados por el equipo de mejora, se comparten las lecciones aprendidas en cada proyecto con toda la estructura organizacional y se réplica la solución en otros procesos o unidades de negocio.

⁵⁸ <http://www.pdcahome.com/poka-yoke/>

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La figura 1 resume la metodología DMAIC, que se puede sintetizar en dos grandes viajes, el del diagnóstico y el de la mejora. El viaje del diagnóstico va desde la fase Definir hasta la fase Analizar. No tiene sentido mejorar si no se conoce a ciencia cierta cuáles son las causas verificadas del problema. Sin embargo, cuando se desconoce DMAIC, es común ir directamente a implementar mejoras sin haber definido claramente el problema a resolver, ni haber medido la situación actual, ni mucho menos demostrar con hechos y datos las causas verificadas del problema. El segundo viaje, el de la mejora, se inicia cuando se conocen los factores relacionados con el desempeño del proceso que se desea mejorar. Será más fácil identificar y seleccionar mejoras, cuando se conocen los factores (las X) que afectan la salida del proceso (la Y) y este viaje termina cuando se estandariza la solución que muestra los resultados esperados, las personas se entrenan en ella, la aplican y la organización establece un monitoreo sistemático del desempeño del proceso, asegurando que los resultados obtenidos con la mejora sean sostenibles en el largo plazo.

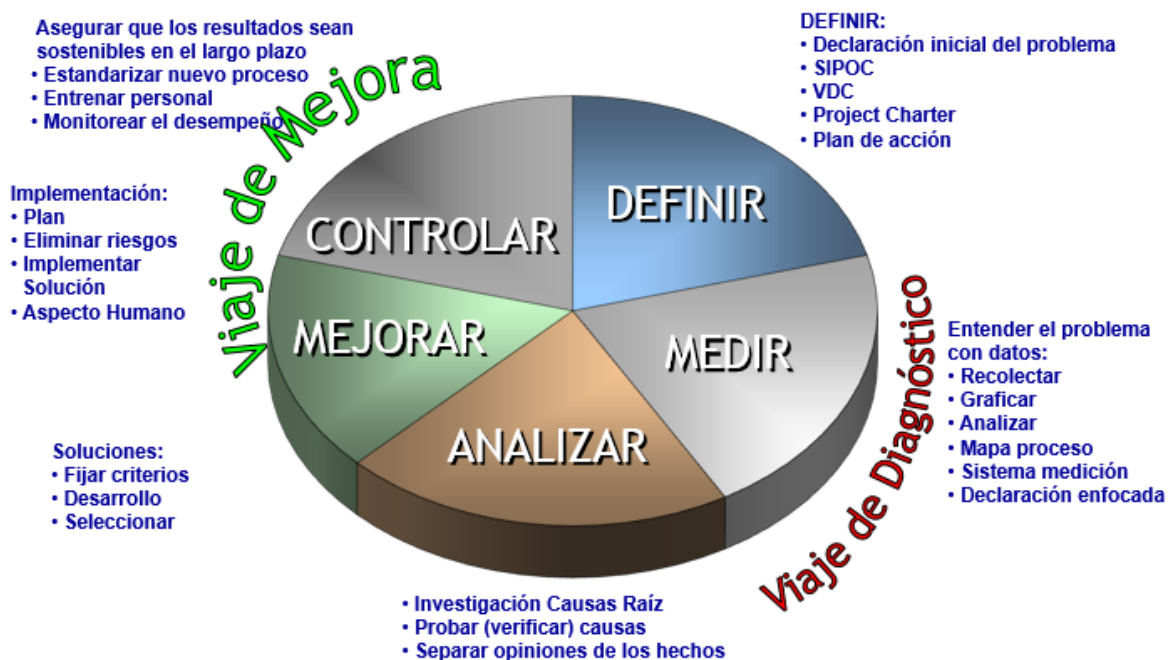


Figura 1. Metodología DMAIC

Lean six sigma

La metodología DMAIC se aplica indistintamente en proyectos con énfasis en *Lean* o en *Six Sigma*. Recordemos que los principios de *Six Sigma* se desarrollaron para reducir drásticamente la variabilidad presente en cualquier proceso industrial de manufactura o en procesos transaccionales y comerciales de cualquier tipo, como

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

se presentan en servicios financieros, logísticos, mercantiles, de tecnología de información. La idea es lograr un nivel de calidad en todos los procesos de la organización que se aproxime idealmente a cero defectos. Al estudiar la variación en los procesos, como una manera de mejorar los mismos, la estrategia *Six Sigma* se concentra en reducirla drásticamente, de manera tal que los defectos en el producto, llámese bien o servicio, se reduzcan sistemáticamente hasta alcanzar un nivel de clase mundial, esto es, un nivel de seis sigmas o 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), satisfaciendo así las necesidades del cliente y agregando valor a la empresa. Obtener como meta 3,4 DPMO en los procesos, se considera algo casi cercano a la perfección.

De otro lado, el sistema Lean (conocido también como manufactura esbelta, en español, denominación que a mi juicio limita infortunadamente su campo de aplicación a cualquier tipo de organización), se concentra en eliminar las ocho categorías de desperdicio presentes en los procesos: *defectos; sobreproducción; espera; transporte; inventario; movimiento; exceso de proceso; y, no liberar el potencial humano.*

Estos ocho desperdicios son los elementos del sistema por lo que el cliente no está dispuesto a pagar, es trabajo realizado en las organizaciones que no agrega valor a los bienes o servicios suministrados a los clientes, pero sí consumen recursos valiosos, solo agrega costos, crea incoherencia del sistema, variación y estrés en las personas. En consecuencia, es trabajo que no se debe hacer y que no es necesario para el avance del proceso.

Existen dos generadores principales de todos estos desperdicios en las organizaciones: Trabajo difícil de realizar (sobrecarga) y funcionar u operar a un paso desigual (desbalance). La sobrecarga se presenta cuando se excede las capacidades de la gente, los equipos o las máquinas, tales como: Un paso del proceso ejecutándose a un paso más rápido al que se puede mantener, sin comprometer la seguridad y resultados consistentes o cuando un experto siempre está sobrecargado, más allá de lo que él o ella puede acomodar en su agenda realmente.

El desbalance ocurre cuando la operación, carga de trabajo, programación o el volumen varía, tales como: Ventas al final del período de ventas o tiempo limitado para promociones; procesamiento de despachos por tandas, todas las facturas procesadas al fin del mes; planeación pobre o ausencia de ella; fluctuaciones en la programación de producción; apurarse y esperar; escasez de recursos, materiales, materia prima o exceso de inventario. Cada componente puede afectar a los otros, como se ilustra en la figura 2.

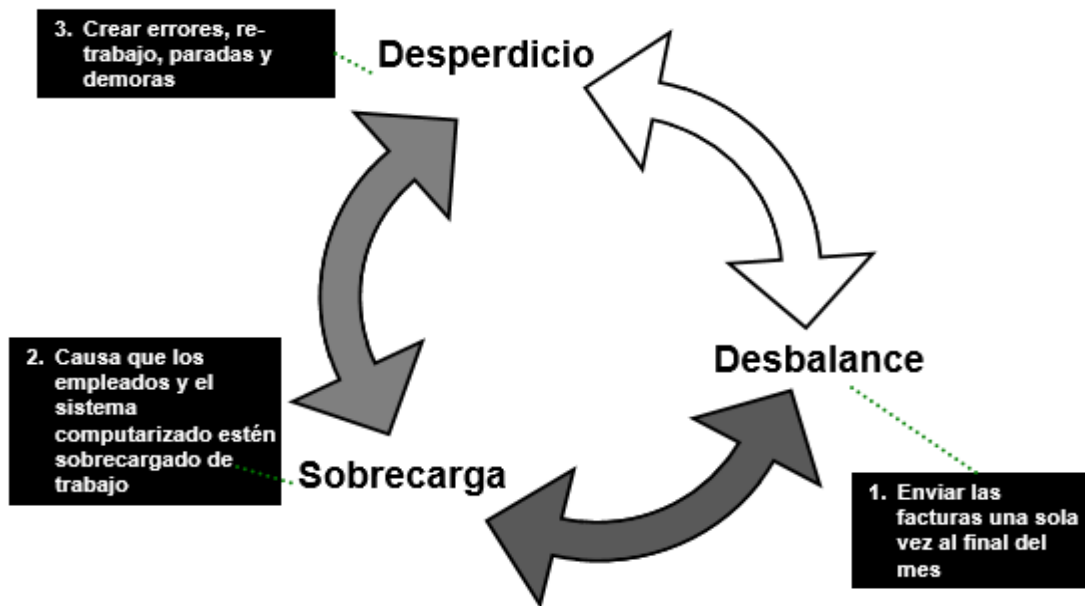


Figura 2. Desbalance, sobrecarga y desperdicio

Para eliminar el desperdicio hay que atacar la sobrecarga y el desbalance, analizando y describiendo cuáles son las características que el cliente más valora y a partir de allí, aplicar técnicas *Lean* (VSM⁵⁹, 5S⁶⁰, SMED⁶¹, Flujo continuo, Takt Time⁶², Lote mínimo, Acumulación, Flujo de una pieza, Administración visual) para agilizar el proceso y contar con la capacidad para producir en corto tiempo una cantidad de bienes o servicios de acuerdo con la demanda del mercado y no de acuerdo con los esquemas de operación previamente definidos por la organización.

La evolución de los dos enfoques ha llevado a combinar las metodologías *Lean* y *Six Sigma* para optimizar procesos, concentrarse en reducir la variabilidad, disminuir el desperdicio, re-estructurándolos para responder con mayor agilidad y productividad a las necesidades de los clientes. Los resultados obtenidos con *Lean Six Sigma* no se obtienen aplicando solamente *Six Sigma* o *Lean*.

El sistema integrado *Lean Six Sigma* combina el rigor de *Six Sigma* con la simplicidad y practicidad de *Lean*, suministra a una empresa un poderoso arsenal metodológico para mejorar procesos y resolver un amplio rango de problemas a lo largo y ancho de su estructura organizacional, cuyo resultado final es una organización que obtiene mayor valor, más rápido y a menor costo que sus competidores.

⁵⁹ <http://www.youtube.com/watch?v=7R5Mv486oQQ>

⁶⁰ <http://www.gembaacademy.com/products/lean-video-list.html>

⁶¹ <http://www.leanroots.com/SMED.html>

⁶² <http://www.youtube.com/watch?v=6x0Oidc4UKM>

CAPÍTULO 10. INTRODUCCIÓN A LA GERENCIA FINANCIERA⁶³

Ignacio Vélez⁶⁴, Ricardo Dávila⁶⁵

Objetivos de la función financiera

La función primordial del gerente financiero es la de hacer una asignación adecuada -ojalá óptima- de los recursos escasos de una organización, buscando la maximización del valor de la firma y, por ende, de la riqueza de los accionistas. Dentro de las actividades para lograr este objetivo se debe velar porque existan mecanismos para prever situaciones, tanto favorables como desfavorables, que permitan tomar las decisiones apropiadas en cada caso.

Tradicionalmente, la gerencia financiera estaba restringida al registro de las transacciones, a la producción de información financiera y a procurar medios para el pago de deudas. Cuando se producían faltantes de liquidez su función se amplió a la obtención de recursos a corto, mediano y largo plazo.

En los últimos años la gerencia financiera se ha expandido ampliamente y se ocupa de:

- Determinar la totalidad de los fondos requeridos por la firma.
- Asignar estos recursos de manera adecuada.
- Obtener la combinación adecuada de recursos financieros.

Se puede clasificar la función financiera en cuatro grandes tipos de actividades:

- De inversión.
- De administración o gerencia financiera.
- De financiación.
- De pago de dividendos.

Esta evolución de la función financiera ha estado acompañada y sustentada por el desarrollo tecnológico en el procesamiento de datos. Cuando sólo se podía trabajar "a dedo", todos los esfuerzos se dedicaban a la producción de los informes financieros, lo cual era una labor titánica. A medida que los instrumentos de cómputo asumieron la labor mecánica, con la llegada de calculadoras y computadores, la función financiera dedicó sus esfuerzos intelectuales a pensar más y a tratar de resolver problemas estructurales.

⁶³ Extractado del capítulo 1, del material utilizado en el curso de Finanzas de los autores. Universidad Javeriana

⁶⁴ Ex Decano, Facultad de Ingeniería Industrial, Politécnico Grancolombiano

⁶⁵ Profesor Universidad Javeriana

Visión general de los estados financieros de una firma

Los Estados Financieros son informes que dan a conocer la situación de la firma y lo ocurrido en ella durante cierto período de tiempo. Los estados financieros más utilizados son el balance general y el estado de resultados o de pérdidas y ganancias.

La contabilidad

Una de las formas de representar la realidad económica de una organización es por medio de un gran modelo llamado contabilidad. La contabilidad produce los estados financieros. Estos son modelos matemáticos que simplifican la realidad, para hacerla comprensible.

La actividad del gerente financiero se basa en la contabilidad. La contabilidad registra la información relacionada con las transacciones de la firma. Al tener ese registro se puede suministrar información sobre el estado en que se encuentra la firma en un momento dado, o mostrar qué ocurrió durante un determinado período de tiempo.

Principios que rigen la contabilidad

En la contabilidad se manejan dos principios básicos: la causación y la partida doble.

La causación

Hay algunas sumas que aparecen en el estado de resultados o de pérdidas y ganancias, que no han ocurrido todavía. En estos casos se habla de **causación**. Se hace una causación cuando se reconoce un gasto que tendrá que desembolsarse después, pero que ha sido ocasionado por la operación del período. Un ejemplo de esta operación es el registro que se hace cada mes, cuando se paga la nómina o las prestaciones sociales (cesantías, primas, intereses, seguridad social, etc.) de los empleados de una empresa; si bien se ha ocasionado un gasto, no se paga de forma inmediata, sino que se "acumula" como una cuenta por pagar y se paga en otra fecha. En otras palabras, la contabilidad reconoce cada operación cuando se generan derechos y obligaciones y, en ese momento, se causan y registran sus efectos.

La partida doble

Este principio básico establece que, cuando ocurre una transacción en la firma, se afectan por lo menos dos cuentas. Por ejemplo, cuando se vende un producto o servicio de contado, se afectan las cuentas de ventas (facturación) y caja o bancos. En forma sucinta, se trata de mantener válida la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Activos = Pasivos + Patrimonio}$$

Esto significa que, por ejemplo, se puede aumentar un activo y disminuir otro (se cobra una cuenta y se consigna el dinero en el banco). También se puede aumentar un activo y aumentar un pasivo (se recibe un préstamo de un banco y se consigna el dinero en la cuenta corriente). Por otro lado, se puede disminuir un pasivo y disminuir otro (se recibe un préstamo de un banco para cancelar una deuda).

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Balance general

El balance general es una relación en un momento dado de los bienes y derechos que posee una firma (activos), los montos de las deudas y obligaciones con terceros (pasivos) y el remanente, que es la diferencia entre los dos y se conoce como patrimonio, es decir, lo que les pertenece a los dueños o lo que la firma les debe. Este informe mide la riqueza de la firma. Este es un estado financiero estático, que puede ser analizado en su estructura y comparado con otros balances de la firma en diferentes momentos.

La relación entre estos grandes grupos - activos, pasivos y patrimonio - es la misma relación de la partida doble:

$$\mathbf{Activos = Pasivos + Patrimonio}$$

A esta relación se le conoce como ecuación contable y es la base de todos los movimientos contables.

En forma esquemática que tiene es:

Balance General	
ACTIVOS TODOS LOS BIENES QUE POSEE LA FIRMA	PASIVOS DEUDAS Y OBLIGACIONES QUE ESTÁN A CARGO DE LA FIRMA
	PATRIMONIO EL MONTO DE LO QUE LE PERTENECE A LOS ACCIONISTAS

Los activos

En los activos, como ya se dijo, se incluyen los bienes, tangibles o no, que pertenecen a la firma. Se dividen en clases (activos corrientes y fijos), según su facilidad de convertirse en efectivo. A esto se le conoce también como la mayor o menor facilidad de hacerse líquidos.

Los activos corrientes

Los **activos corrientes** son aquellos activos muy líquidos que se pueden convertir en efectivo en un tiempo relativamente corto (menos de 1 año). Los ejemplos más conocidos de activos corrientes son:

- El dinero en efectivo, en caja o en los bancos.
- Las cuentas por cobrar o cartera que son los montos de dinero que le deben los clientes a la firma.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Las inversiones temporales, por ejemplo, certificados de depósito a término, etc.

Los activos corrientes incluyen los inventarios de materia prima, producto en proceso o producto terminado, si se trata de una firma manufacturera. En el caso de una firma comercial (que se limita a comprar un producto para venderlo después), serían sólo el inventario de producto para la venta o mercancías.

Los activos fijos

Los **activos fijos** son aquellos que por su naturaleza se pueden convertir en dinero, en un tiempo mucho mayor que los activos corrientes, o sea que son menos líquidos. Otra de sus características es que la firma no compra los activos fijos para venderlos, sino para utilizarlos en la operación del negocio.

Los ejemplos más conocidos de activos fijos son:

- Los edificios u oficinas donde funciona la firma, si son propios.
- La maquinaria que se utiliza para producir los bienes o servicios que se venden.
- Los muebles y enseres que se utilizan en el desarrollo de su actividad.
- Los vehículos que utiliza la firma para su operación.
- Los terrenos que posee la firma.

Los otros activos

Los **otros activos** son aquellos que no están incluidos en los dos anteriores porque no pueden clasificarse ni como corrientes, ni como fijos.

Los ejemplos más conocidos son:

- Valorizaciones (el mayor valor por el cual se podría vender un activo, o sea, la diferencia entre el valor comercial y el valor que aparece registrado en los libros).
- Inversiones a largo plazo (más de un año), por ejemplo, inversiones en otras firmas.
- Gastos pagados por anticipado. El ejemplo más claro de estos activos son los seguros que se pagan por todo un año; la firma tiene el derecho de recibir el servicio de seguro durante el resto del año, por lo tanto es un activo.

“Good will” o reputación que tiene la firma en el mercado.

Los pasivos

En los pasivos, como ya se dijo, se incluyen las deudas que tiene la firma. Se dividen en clases según el mayor o menor plazo en que se puedan pagar. A esto se le conoce también como la mayor o menor exigibilidad.

Los pasivos corrientes

Los **pasivos corrientes** son aquellos pasivos que se deben cancelar en un tiempo relativamente corto (menos 1 año). Los ejemplos más conocidos de pasivos corrientes son:

- Las deudas con bancos y entidades financieras que deban cancelarse dentro de un plazo menor de un año. Aquí deben incluirse los sobregiros bancarios.
- Las cuentas por pagar a los proveedores de materia prima o bienes que se van a vender; esto es, los montos de dinero que adeudan a los proveedores de la firma.
- Las deudas con empleados, por ejemplo la nómina que esté pendiente de pago, las primas de servicio, prestaciones sociales en general, etc.
- Anticipos recibidos de clientes por pedidos colocados a la firma.
- Impuestos pendientes de pago.

Los pasivos a largo plazo

Los **pasivos a largo plazo** son aquellos que tienen que pagarse en un tiempo mucho mayor, o sea que son menos exigibles.

Los ejemplos más conocidos de pasivos a largo plazo son:

- Los préstamos a más de un año que haya contratado la firma con bancos o entidades financieras.
- Los bonos que haya emitido la firma, los cuales son equivalentes a préstamos que le han hecho las personas que han adquirido esos bonos.

El patrimonio

La diferencia entre lo que posee la firma (activos) y lo que debe (pasivos), es el patrimonio, o sea, el remanente que le corresponde a los dueños de la firma. En realidad, el patrimonio puede ser visto como un pasivo (en este caso con unos acreedores muy particulares que son los dueños). La diferencia con un pasivo reside en varios aspectos:

Los pasivos:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

1. Tienen plazo
2. Tienen estipulada una tasa de interés
3. Tienen estipuladas las fechas de pago, tanto del capital como de los intereses
4. Tienen prioridad sobre el patrimonio de los socios en caso de liquidación
5. Los pagos ya mencionados se deben hacer independientemente de la situación de la firma

El patrimonio

1. No tiene plazo para ser devuelto a los dueños
2. La firma no está obligada a entregar utilidades (el equivalente al interés de los pasivos)
3. Tiene carácter residual, puesto que los dueños reciben lo que quede después de que la firma haya cumplido con sus obligaciones con terceros
4. El pago de utilidades se hace si éstas se producen, si hay disponibilidad de efectivo, y si se considera conveniente hacerlo.
5. Hay participaciones -las acciones preferentes- que sí tienen derecho a recibir remuneración como si fueran pasivos.

Las categorías que se encuentran en el patrimonio son:

El capital

El **capital**, es decir, las sumas de dinero o de bienes que los dueños entregaron al comienzo de la operación del negocio y que se utilizaron, por ejemplo, para comprar maquinaria, materia prima o productos para vender, para pagar la nómina, etc.

Las utilidades retenidas

Las **utilidades retenidas**, esto es, el excedente que hubo entre los ingresos por ventas que obtuvo la firma al operar comercialmente, y sus egresos, de años anteriores. Se puede devolver o repartir entre los dueños, o bien se puede acumular o retener para que la firma siga funcionando con más holgura. Aquí deben incluirse los diferentes tipos de reservas, por ejemplo, reservas legales, para inversiones futuras, etc.

Una de las palabras que pueden prestarse a equívocos es la palabra **ingreso**. En el contexto financiero-contable, se utiliza tanto para referirse a lo que se factura, como a lo que realmente entra a la firma. En el primer caso, se trata de aclarar que se trata de ingresos por ventas, para referirse a la facturación.

Las utilidades del período

Las **utilidades del período** corresponden al período que se está estudiando y éstas se hallan determinadas por el estado de resultados o de pérdidas y ganancias que se define a continuación.

Las **revalorizaciones** son el valor absoluto de los ajustes que se han aplicado a los activos valorizables y los que se hacen al patrimonio, en el caso de ajustes por inflación. En resumen y de manera esquemática:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

ACTIVOS	PASIVOS
<p>Corrientes: Dinero en efectivo Cuentas por Cobrar Inversiones Temporales Inventarios</p> <p>Fijos: Edificios Maquinaria Muebles y enseres Vehículos Terrenos</p> <p>Otros Activos: Valorizaciones Inversiones a largo plazo Gastos pagados por anticipado "Good will"</p>	<p>Corrientes: Deudas con bancos a menos de un año Sobregiros Cuentas por pagar a proveedores Deudas con empleados Anticipos Impuestos pendientes de pago</p> <p>Largo Plazo: Préstamos a más de un año Bonos</p>
	PATRIMONIO
	Capital Utilidades retenidas Utilidades del período Revalorizaciones

El estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados

Este informe se conoce también como estado de resultados y en el lenguaje "familiar" o cotidiano como P y G. Muestra el desarrollo de la actividad de una empresa durante un periodo de tiempo, indica qué bienes o servicios vendió, cuánto le costaron a la firma los bienes o servicios que entregó a sus clientes, cuánto le costó mantener la organización para desarrollar su actividad y a cuánto ascendieron las utilidades que le quedaron a los socios o dueños de la firma. El estado de resultados o de pérdidas y ganancias refleja la actividad económica de una firma en un determinado período de tiempo.

Este informe muestra la utilidad. La utilidad se puede indicar, en su forma más general, como:

$$\text{Ingresos por Ventas (Facturación)} - \text{Costos y Gastos} - \text{Depreciación} = \text{Utilidad}$$

El Estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados	
Ingresos por Ventas (Facturación)	Costos
	Gastos
	Depreciación
	Utilidad

Las ventas

En este rubro se indica el valor que se vendió y se facturó por los bienes o servicios que se entregaron a los clientes. Estas **ventas** se pueden hacer de contado o a crédito.

El costo de las ventas

Todo producto o servicio que se ofrece a un cliente le ha costado algo a la firma. Si se trata de una firma manufacturera, este costo incluye el costo de la materia prima, el costo de las máquinas que intervinieron en su fabricación (depreciación) y el costo de la mano de obra del personal que intervino en su elaboración. En el caso de una empresa comercial, es el costo del producto para la venta. Este costo se llama **costo de ventas**. Estos costos están relacionados con el volumen de actividad de la firma y se dice que son **costos variables** porque a mayor volumen de actividad, mayores son estos costos. Un ejemplo de costo variable es el papel utilizado en la fabricación de un libro: mientras más libros se produzcan, más papel se gasta. Estos costos se diferencian de los **costos fijos**, que no varían con el volumen de operación, dentro de ciertos niveles. Un ejemplo de costo fijo es el arriendo de una bodega donde se fabrican los libros: no importa qué cantidad de libros se fabriquen, el costo de arrendamiento será el mismo.

La utilidad bruta

La diferencia entre el **ingreso por ventas** y el **costo de ventas** se denomina **utilidad bruta**.

$$\text{Utilidad Bruta} = \text{Ingreso por Ventas} - \text{Costo de Ventas}$$

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Los gastos generales

Para que la empresa funcione es necesario contar con cierto número de personas y ciertos recursos materiales que prestan soporte interno a la organización, tanto para fabricar y comercializar los productos o servicios que se ofrecen, como para establecer relaciones externas con clientes, proveedores, bancos, etc. Estos gastos están relacionados con rubros tales como salarios del personal administrativo, arriendos, servicios, depreciación de los bienes que se utilizan para apoyar la operación, etc. A estos gastos se les llama **gastos generales** y son independientes del volumen de operaciones que desarrolle la firma. Por esa razón, casi siempre tienen la característica de permanecer fijos dentro de ciertos límites y se dice que son **costos fijos**. También se les conoce como **gastos administrativos**.

Las utilidades

Al descontar de lo que se obtuvo por la venta de los productos o servicios que entrega la firma a sus clientes, los diferentes costos o gastos (costo de ventas y gastos generales), se produce un remanente que se llama **utilidad antes de impuestos**. Sobre este monto se calcula una porción que debe pagarse al Estado y son los impuestos. Al deducir de la utilidad antes de impuestos, los impuestos, se obtienen las **utilidades netas**. Estas últimas pueden entregarse a los dueños como reconocimiento al hecho de que ellos entregaron su dinero para que la firma funcionara; de lo contrario, pueden dejarse dentro de la firma y se constituyen en **utilidades retenidas o por repartir**.

El Estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados	
Ingresos por Ventas (Facturación)	Costo de Ventas
	Gastos Generales y otros ingresos y egresos
	Impuestos
	Utilidad neta

La depreciación

Dentro del estado de resultados o de pérdidas y ganancias aparecen unas cifras que no implican desembolsos de dinero por una de dos razones: que ya se hicieron esos desembolsos, o que todavía no se han hecho.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

En el primer caso, se hace referencia a una asignación de costos pasados; por ejemplo, cuando se compra una máquina o un vehículo en una empresa, se espera que se puedan utilizar varios años.

Por lo tanto, "cargarle" la totalidad de su valor a un sólo año (el primero, por ejemplo) sería un error. Para evitar esto se acude a la idea de la **depreciación**. La depreciación es una asignación o, si se quiere, la repartición del costo inicial de un activo en un período de tiempo; este período de tiempo está determinado por la ley. Con esta asignación se busca entonces, estimar la cantidad que se "gastó" de cada activo en cada período. La depreciación puede verse también como un mecanismo que tiene la firma para reconocer el desgaste de un activo y crear reservas que le permitan reponer el activo desgastado u obsoleto, cuando sea necesario. La depreciación depende del valor del activo, del valor de salvamento que se le asigne, de su vida útil y del método de depreciación.

Las diferentes clases de firma muestran peculiaridades que se reflejan en la importancia que tienen ciertas cuentas de los estados financieros.

Por ejemplo, una firma manufacturera reflejará en el balance general, inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado; una firma comercial sólo muestra una clase de inventario: mercancía para la venta; una empresa de servicios seguramente no presentará inventarios o, por lo menos, su importancia relativa será muy baja. En el caso de un banco, por ejemplo, las partidas que debemos observar serán la cartera o cuentas por cobrar y el margen de intermediación, que es la diferencia porcentual entre la tasa de interés del préstamo y la tasa de interés de los ahorros en sus diferentes modalidades.

Las cuentas

La contabilidad registra y acumula las operaciones de la firma en "categorías" llamadas cuentas. En estas cuentas se anotan y suman los diversos valores que ocurren en el momento en que la firma realiza sus operaciones.

Hay nueve cuentas que se pueden clasificar en seis clases:

De ventas:

Ventas o facturación: los servicios o bienes que se entregan al cliente se facturan.

De flujo de dinero:

Caja: el dinero que ingresa en efectivo a la firma, mientras se guarda en la empresa.

Bancos: el dinero o cheques que recibe la firma y que se encuentra en cuentas de ahorro o corrientes.

Cuentas por cobrar: cartera pendiente de pago por parte de los clientes.

Cuentas por pagar: cuentas que no han sido pagadas a los proveedores de bienes y servicios.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

De costos:

Costos: se registra aquí lo que está asociado a la fabricación o prestación del servicio, incluida la depreciación de los activos que entran directamente en la producción o la prestación del servicio.

De gastos de administración:

Gastos generales o administrativos: aquí se registra todo lo relacionado con los pagos de nómina y servicios.

De activos fijos:

Activos fijos: aquí se registran las transacciones relacionadas con bienes que son necesarios para el normal funcionamiento de la firma y que no se pretende vender.



De depreciación:


Depreciación: aquí se registra la parte del valor de los bienes que se requieren para que la empresa marche; se incluyen tanto los bienes que intervienen en la fabricación de un bien o prestación de un servicio, como los bienes necesarios para las otras actividades de soporte de la empresa.

Relación entre los estados financieros de una firma

Los estados financieros de una firma están perfectamente relacionados. No es posible examinar uno de ellos haciendo caso omiso de los demás. En la figura se puede apreciar la relación existente entre el balance general y el estado de resultados o de pérdidas y ganancias y el flujo de fondos de una firma.

Representación gráfica de los estados financieros

La relación entre los estados financieros, puede ilustrarse utilizando una gráfica sencilla. En la figura se tiene un modelo de la firma, que pretende indicar las relaciones entre todos los estados financieros. Por las líneas gruesas  fluyen bienes (dinero, materia prima, trabajo, etc.); en los rectángulos  se depositan los bienes y/o se registran las transacciones contables, para detectar aumentos y disminuciones (por ejemplo, en cartera entran las facturas nuevas, que aumentan el saldo y los recibos de pago de cuentas recuperadas, que disminuyen el saldo, lo cual produce el saldo de cartera pendiente). Y algo similar ocurre con las otras cuentas o cajas (rectángulos) del balance general.

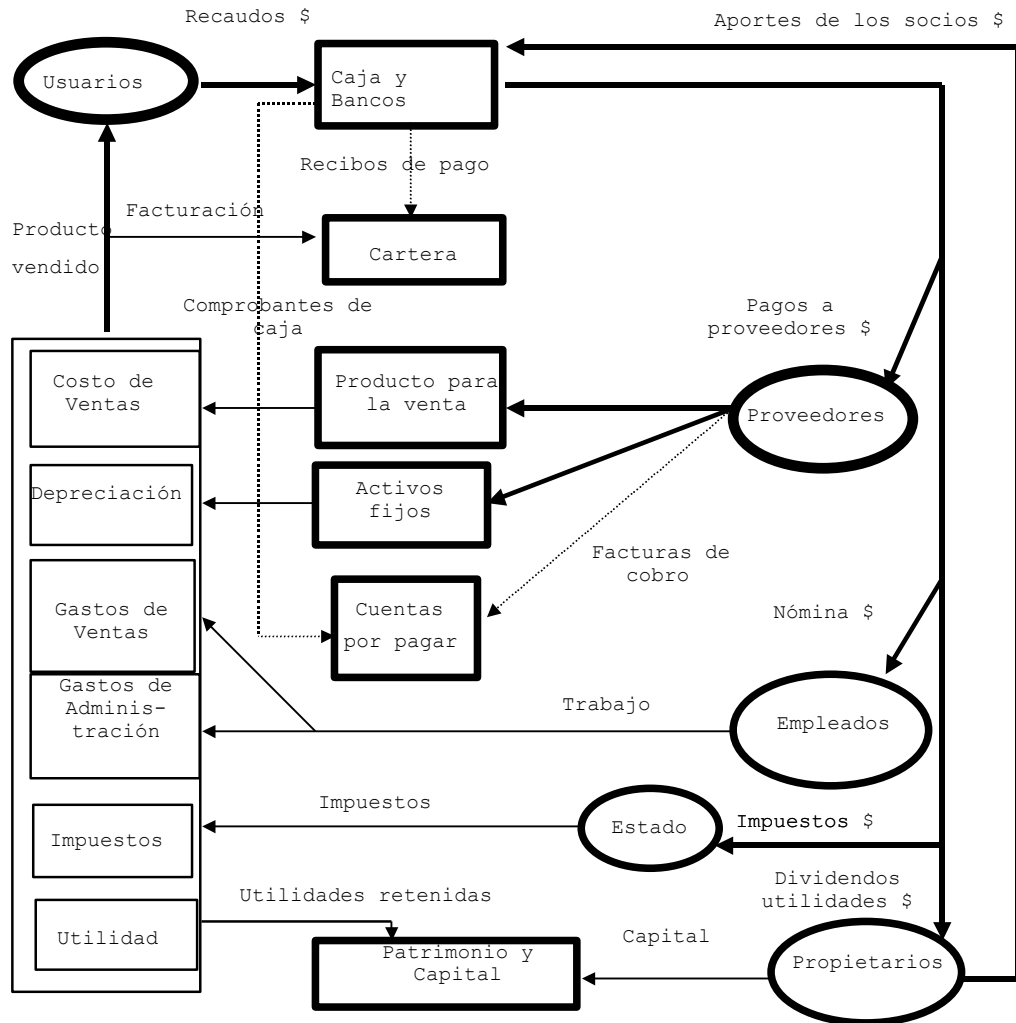
Los óvalos  representan entes del entorno, por ejemplo, el Estado, los accionistas, los usuarios o clientes, los empleados, los proveedores, etc. El ciclo se inicia cuando los accionistas entregan dinero a la firma y se deposita en el cuadro denominado caja y bancos. Las líneas punteadas .. representan movimientos de

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

documentos contables que afectan los valores de las cuentas del balance general (por ejemplo, los recibos de caja que disminuyen el valor de la cartera, debido a que un cliente ha pagado); las líneas continuas _____ indican operaciones contables que afectan el estado de resultados o de pérdidas y ganancias (por ejemplo, la generación de utilidades del período, que entran a aumentar la cuenta de patrimonio).

Si se piensa en una empresa que se inicia, los socios entregan dinero (aporte de capital). Después de recibir el dinero, la firma compra equipos y productos para la venta; paga a los empleados su trabajo y a los proveedores el equipo y los productos que van a vender; con el equipo, el producto de inventario y el trabajo de los empleados, se hace la venta a los clientes quienes, a su vez, le entregan a la firma dinero a cambio, que llega a caja y bancos. Hacer una venta puede representarse como una especie de bomba que recibe varios insumos. El producto, costo de venta, el trabajo de los vendedores, de la administración, los gastos generales incurridos, la depreciación (desgaste) de los equipos. Ese proceso genera un valor adicional que se denomina utilidad. Así quedan configurados, en forma gráfica, los estados financieros.

REPRESENTACION GRAFICA DE LA ACTIVIDAD DE UNA EMPRESA COMERCIAL




ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

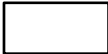
BALANCE GENERAL

ENTORNO Y TERCEROS

- Flujo de bienes o dinero
- - - - - Movimiento contable
- Flujo de documentos

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Se muestra el **Balance General** (sus elementos aparecen indicados en la gráfica como rectángulos gruesos ) que incluye los bienes que posee la firma: dinero en caja y bancos, cartera o cuentas por cobrar, inventario o producto para la venta y el equipo. En la parte inferior aparece lo que debe: las cuentas por pagar (pasivos) y el patrimonio de los accionistas.

En la gráfica también se muestra el **estado de resultados o de pérdidas y ganancias** (sus elementos aparecen indicados en la gráfica como un rectángulo sencillo ) , que incluye ventas, costo de ventas, gastos de ventas y de administración, gastos generales, depreciación, impuesto y utilidad.

El estado de resultados o de pérdidas y ganancias busca determinar la utilidad que produce una firma o quizás un proyecto. Este informe tiene características muy particulares pues se elabora utilizando el principio de causación ya mencionado, lo cual significa que los gastos que se registran en él no siempre han ocurrido como desembolsos o salidas de efectivo y, además, registra todos los gastos que sí han sido desembolsados.

Por esta razón, se registra la depreciación, aunque el desembolso por el pago del activo haya ocurrido años atrás, y se registran las prestaciones sociales de los empleados, aunque no hayan sido canceladas aún. También se registran allí las ventas realizadas, aunque éstas hayan sido a crédito y no hayan sido canceladas por los clientes. En el estado de resultados o de pérdidas y ganancias se registran las obligaciones (por ejemplo, las prestaciones sociales, ya mencionadas) y derechos (por ejemplo, las facturas no pagadas de contado), en que se ha incurrido durante el ejercicio o período al que se refiere y que, a su vez, se registran en el balance general para ser pagadas o cobradas posteriormente.

Así por ejemplo, se registran las ventas cuando éstas se facturan (se adquiere el derecho a recibir el pago), se registra la obligación de cancelar las facturas por materia prima o las provisiones por prestaciones sociales. Este tipo de cuentas producen movimientos en cuentas de balance, ya sean activos (cuentas por cobrar en el caso de ventas), o pasivos (deudas a proveedores o empleados). El estado de resultados o de pérdidas y ganancias determina entonces el monto de la utilidad contable, la cual podrá ser repartida según la disponibilidad de efectivo y otras consideraciones que se estudian más adelante.

La figura muestra también el **flujo de efectivo** (sus elementos aparecen indicados en la gráfica con el signo de \$). Allí se muestran todos los flujos de dinero entre terceros (clientes, proveedores y accionistas) y la firma. El flujo de efectivo, a su vez, determina el estado de liquidez de la organización o del proyecto, o sea la cantidad de dinero con que se cuenta en un momento dado. Aquí se registran todos los ingresos y egresos que ocurren en el momento en que se reciben o se pagan. Así, por ejemplo, la recuperación de cartera, que corresponde a las ventas realizadas en fechas anteriores, se registra cuando los clientes pagan los desembolsos por pago de utilidades, de intereses o de abonos a capital que se registran cuando ocurren; las

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

prestaciones y las cuentas de los proveedores se registran cuando se pagan, aunque la materia prima y la mano de obra hayan sido utilizadas con anterioridad.

El flujo de fondos o de efectivo es un instrumento muy útil para determinar y controlar la liquidez de la empresa o del proyecto. Con base en él, se establecen las necesidades de financiación, esto es, si se debe prestar o no, en qué cantidades y en qué momento o cuándo se tendrán excedentes de liquidez para invertirlos en forma adecuada. También se puede decidir, por ejemplo, sobre la conveniencia de modificar las políticas y exigencias en los recaudos de cartera y de pagos a proveedores.

El flujo de fondos o de efectivo registra todos los ingresos y egresos de dinero que produce el proyecto o la empresa, en el momento en que ello ocurre. A diferencia del estado de resultados o de pérdidas y ganancias, el flujo de fondos o de efectivo muestra la realización de los derechos y obligaciones que se registran en el estado de resultados o de pérdidas y ganancias y en el balance general.

Así mismo, el flujo de fondos o de efectivo indica el nivel de liquidez - el saldo en bancos - e incluye todos los ingresos por ventas y egresos del estado de resultados o de pérdidas y ganancias y además cualquier otro ingreso por otro concepto que se produzca: por ejemplo, los ingresos debidos a préstamos recibidos, inversiones liquidadas, ventas de activos etc., y los egresos debidos a pago de préstamos, intereses, utilidades o dividendos, inversiones, impuestos, etc. (obsérvese que la depreciación no es un flujo de dinero). La gráfica muestra el cuadro general donde se integran los diferentes estados financieros y se puede apreciar la operación total de la firma. Obviamente, a esta simplificación se le pueden añadir otros elementos, por ejemplo, los bancos y acreedores. Lo importante es mostrar la idea básica de interrelación entre los diferentes informes financieros.

PROBLEMAS DE CONTABILIDAD

Ejemplo 1: Movimiento de las cuentas del balance debido a transacciones de la compañía.

- ◆ Pedro y Juan fundan una empresa destinada a la venta de mercancías y hacen un aporte de capital de \$10.000.000 c/u, en efectivo.

ACTIVOS		PASIVOS	
Caja	\$20,000,000		
		PATRIMONIO	
		Aporte propietarios	\$20,000,000
TOTAL ACTIVOS	\$20,000,000	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$20,000,000

- ◆ Se compran muebles y enseres que se pagan de contado por 8.000.000 y se compra mercancía a crédito por 15.000.000

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

ACTIVOS		PASIVOS	
Caja	\$12,000,000	Cuentas x Pagar	\$15,000,000
Muebles y enseres	\$8,000,000		
Mercancía	\$15,000,000		
		PATRIMONIO	
		Aporte propietarios	\$20,000,000
TOTAL ACTIVOS	\$35,000,000	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$35,000,000

- ◆ Se venden mercancías por 12.000.000, mitad de contado y mitad a crédito. Estas mercancías habían costado 8.000.000

ACTIVOS		PASIVOS	
Caja	\$18,000,000	Cuentas x Pagar	\$15,000,000
Muebles y enseres	\$8,000,000		
Mercancía	\$7,000,000		
Cuentas x Cobrar	\$6,000,000		
		PATRIMONIO	
		Aporte propietarios	\$20,000,000
		Utilidades	\$4,000,000
TOTAL ACTIVOS	\$39,000,000	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$39,000,000

Las utilidades se mueven como ventas – costo de ventas. Deben registrarse en el estado de ingresos y egresos (P y G), para pasar al balance posteriormente.

- ◆ Se pagan 2.000.000 por arrendamientos del primer mes del local, se paga el sueldo de la empleada por 1.000.000 y se abonan 5.000.000 a las cuentas por pagar. Los gastos, arriendo y empleada, también deben registrarse en el estado de ingresos y gastos (P y G), para pasar al balance posteriormente.

ACTIVOS		PASIVOS	
Caja	\$10,000,000	Cuentas x Pagar	\$10,000,000
Muebles y enseres	\$8,000,000		
Mercancía	\$7,000,000		
Cuentas x Cobrar	\$6,000,000		
		PATRIMONIO	
		Aporte propietarios	\$20,000,000
		Utilidades	\$1,000,000
TOTAL ACTIVOS	\$31,000,000	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$31,000,000

Las utilidades se reducen debido a los gastos del periodo

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Ejemplo 2: Los siguientes movimientos son realizados en una compañía:

- ◆ Enero 27: Se creó la empresa X aporte a capital de 3.000.000 en efectivo y 2.000.000 en un vehículo
- ◆ Enero 28: Se compró un edificio por valor de 1.000.000; pagadero 70% en efectivo y 30% en una letra a 60 días.
- ◆ Enero 29: Se compró maquinaria por valor de 1.500.000 de contado.
- ◆ Enero 30: Se vendió el vehículo por valor de 2.000.000, 600.000 a crédito y el resto de contado.

Construya el balance general usted mismo y asegúrese de que todos los datos concuerdan con el resultado, mueva cuenta por cuenta.

ACTIVOS		PASIVOS	
Caja	\$2,200,000	Documentos x Pagar	\$300,000
Cuentas x Cobrar	\$600,000	Total pasivo Corriente	\$300,000
Total Activo Corriente	\$2,800,000		
Maquinaria	\$1,500,000	PATRIMONIO	
Edificio	\$800,000	Capital Social	\$5,000,000
Terreno	\$200,000		
Total No Corriente	\$2,500,000		
TOTAL ACTIVOS	\$5,300,000	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$5,300,000

Ejemplo 3: Se inicia con un aporte de Capital de los socios de \$3.000.000 y un crédito del banco por \$ 1.000.000. Este dinero lo invierten en:

- Compra de muebles por \$ 1.500.000
- Compra de computador por \$ 500.000
- Compra de bolsos y billeteras por \$ 3.000.000 de los cuales pagan la mitad y el resto es a crédito

La situación al comienzo de la empresa en su balance es la siguiente:

ACTIVO		PASIVO	
Caja	\$500,000	Obligaciones Financieras	\$1,000,000
Cuentas por Cobrar		Cuentas x Pagar	\$1,500,000
Inventarios	\$3,000,000	Impuestos x Pagar	
Activos Corrientes	\$3,500,000	Total Pasivo	\$2,500,000
Muebles	\$1,500,000	PATRIMONIO	
Computador	\$500,000	Capital	\$3,000,000
Depreciación		Utilidades Ejercicio	
Activos Fijos	\$2,000,000	Total Patrimonio	\$3,000,000
Total Activos	\$5,500,000	Total Pasivo y Patrimonio	\$5,500,000

En la operación se presentan los movimientos siguientes:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Se vendieron 50 bolsos a \$50.000 c/u y 75 billeteras a \$20.000 c/u; estas ventas fueron 60 % al contado y 40 % a crédito
- Al realizar el inventario de final del año, se tenían \$ 2.000.000 de los bolsos y las billeteras.
- Durante el año pagaron \$ 490.000 de gastos de administración y ventas
- Hicieron un abono de \$ 500.000 al banco pagando \$ 100.000 por concepto de intereses.
- Los activos fijos se deprecian en 5 años; es decir, un 20 % anual
- Suponga un impuesto sobre la renta de 35 %. Los impuestos se cancelan en el año 2.

El Estado de Pérdidas y Ganancias para esta empresa es el siguiente:

PÉRDIDAS Y GANANCIAS	
INGRESOS	
Ventas	\$4,000,000
EGRESOS	
Costo mercancía vendida	\$1,000,000
Utilidad Bruta	\$3,000,000
Gastos Administración y Ventas	\$490,000
Depreciación	\$400,000
Utilidad Operacional	\$2,110,000
Gastos Financieros	\$100,000
Utilidad antes de Impuestos	\$2,010,000
Impuesto de Renta	\$703,500
Utilidad Neta	\$1,306,500

El Balance correspondiente a los movimientos realizados es:

ACTIVO		PASIVO	
Caja	\$1,810,000	Obligaciones Financieras	\$500,000
Cuentas por Cobrar	\$1,600,000	Cuentas x Pagar	\$1,500,000
Inventarios	\$2,000,000	Impuestos x Pagar	\$703,500
Activos Corrientes	\$5,410,000	Total Pasivo	\$2,703,500
Muebles	\$1,500,000	PATRIMONIO	
Computador	\$500,000	Capital	\$3,000,000
Depreciación	-\$400,000	Utilidades Ejercicio	\$1.306.500
Activos Fijos	\$1,600,000	Total Patrimonio	\$4,306,500
Total Activos	\$7,010,000	Total Pasivo y Patrimonio	\$7,010,000

PROBLEMA: Empresa de helados ICE Ltda.

Dos amigos inician la empresa ICE Ltda., que consiste en vender helados. Para esto, entre los dos aportan \$15.000.000. Así mismo, adquieren maquinaria de empaque por \$8.000.000 de contado, y piden un préstamo bancario por \$5.000.000.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

BALANCE GENERAL ICE LTDA. INICIAL			
ACTIVOS		PASIVOS	
	\$		\$
<i>Activos Corrientes</i>		<i>Pasivos</i>	
Caja	\$ 12.000.000	Préstamo bancario	\$ 5.000.000
Total Act. Corrientes	\$ 12.000.000	TOTAL PASIVOS	\$ 5.000.000
<i>Activos Fijos o no Corrientes</i>		PATRIMONIO	
Maquinaria	\$ 8.000.000	Capital social	\$ 15.000.000
Total Act. Fijos	\$ 8.000.000	TOTAL PATRIMONIO	\$ 15.000.000
TOTAL ACTIVOS	\$ 20.000.000	TOTAL PAS. Y PATR.	\$ 20.000.000

Después de esto, la compañía está preparada para comenzar su operación por lo que se registran los siguientes movimientos:

1. ICE Ltda., también compra un computador por un valor de \$1.500.000, de los cuales \$1.000.000 lo compra de contado, y el resto a crédito.
2. Los dos amigos realizaron un abono de \$ 1.000.000 del préstamo bancario pagando \$ 100.000 por concepto de intereses.
3. La compañía hace unas ventas de \$10.000.000 pesos por la venta de los helados que produjo; de los cuales el 80% son de contado, y el 20% restante lo paga uno de los clientes el próximo año.
4. La compañía compró materia prima para producir los helados por \$ 3.300.000 y finalizó con un inventario por un valor de \$300.000.
5. Los gastos de arriendo, publicidad, y gastos de personal registrados son de un valor de \$2.500.000.
6. Los Activos Fijos se deprecian a 5 años
7. El impuesto de renta que deben pagar es del 33%.

De acuerdo con los últimos movimientos, construya el nuevo balance general, el estado de pérdidas y ganancias, y el flujo de caja. Realice un análisis de los resultados obtenidos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

ESTADO DE RESULTADOS

Ventas	
Costo de venta	
Utilidad Bruta	
Gastos de administración y ventas	
Utilidad Operacional	
Total ingresos no operacionales	
Total gastos no operacionales	
Utilidad Antes de Impuestos	
Impuesto de renta	
UTILIDAD DEL EJERCICIO	

FLUJO DE CAJA

Saldo inicial en caja	
Ventas de contado	
Aportes de Capital	
Préstamo Bancario	
Total Ingresos	
Compra de Materia Prima	
Gastos de administración y ventas	
Gastos no operacionales	
Otros egresos	
Total egresos	
SALDO EN CAJA	

BALANCE GENERAL

BALANCE GENERAL ICE LTDA.			
ACTIVOS		PASIVOS	
	\$		\$
<i>Activos Corrientes</i>		<i>Pasivos</i>	
Caja		Préstamo bancario	
Cuenta por cobrar		Impuesto por pagar	
Inventarios			
Total Act. Corrientes		TOTAL PASIVOS	
<i>Activos Fijos o no Corrientes</i>		PATRIMONIO	
Maquinaria		Capital social	

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Computador		Utilidad del ejercicio	
Menos Depreciación			
Total Act. Fijos		TOTAL PATRIMONIO	
TOTAL ACTIVOS		TOTAL PAS. Y PATR.	

PROBLEMA: Fábrica de Bicicletas El milhojas S.A.S

El milhojas S.A.S es una empresa que produce bicicletas todo terreno, las cuales se venden a través de distribuidores locales con un plazo de 30 días. Las bicicletas se venden al distribuidor a un precio unitario de \$125. En diciembre del 2000 el señor Juan Pablo Marino, gerente financiero, estima que hay buenas posibilidades de ventas para el próximo año, para lo cual la empresa debe realizar en enero del 2001, una inversión en maquinaria y equipo por \$25.000, la cual la paga de contado y con el fin de satisfacer la demanda.

Por este motivo, El milhojas S.A.S toma el crédito ofrecido por el IFI por esta cantidad de dinero (\$25.000). El IFI tiene como política que la primera cuota de capital sea equivalente al 10% del valor prestado y esta se debe pagar a los 6 meses después de realizado el préstamo (30 de junio). Por otra parte, deberá pagar un 9% de intereses, estos deben pagarse el primer día del año (1 de enero) y a los 6 meses (30 de junio).

La información adicional disponible es la siguiente:

- Los ingresos del mes de enero del 2001 son las cuentas por cobrar que quedaron del mes de diciembre del 2000 y se encuentran en el Balance General.
- Las ventas proyectadas para el primer semestre del 2001, a un precio de \$125 son:

Mes	Unidades
Enero	228
Febrero	240
Marzo	288
Abril	260
Mayo	240
Junio	216

Tabla 1: ventas proyectadas

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Los ingresos por ventas se registran en el siguiente mes al que se venden, por ejemplo en el mes de febrero la empresa *El milhojas S.A.S* recibe por ingresos $228 \times 125 = \$28.500$.
- Los ingresos por ventas del mes de Junio quedan como cuenta por cobrar dentro del balance general.
- Todo lo que se produce en *El milhojas S.A.S* se vende.
- El costo de producción es el siguiente:

Concepto	\$/Unidad
Materia Prima	52
Mano de Obra directa	24
Materiales indirectos	5

Tabla 2: costos de producción

- Es necesario comprar de contado la materia prima para tres meses, es decir, en enero se adquiere la materia prima necesaria para la producción de enero, febrero y marzo. De igual forma, en el mes de abril se adquiere la materia prima necesaria para la producción de abril, mayo y junio.
- Los gastos fijos que incurre *El milhojas S.A.S* son de \$4.500 mensuales.
- La mano de obra directa se paga de contado, donde se calcula usando las unidades producidas por el costo de producción de mano de obra directa. Por ejemplo, en enero la mano de obra costaría $228 \times 24 = 5472$ y así calculan los demás meses.
- Los materiales indirectos, los cuales se pagan a los proveedores en el mes siguiente; están registrados en cuentas por pagar del balance general.
- En el mes de febrero se consignan en el fondo de pensiones *Conta Ltda.* las cesantías causadas en el año anterior.
- En el mes de marzo se pagan los impuestos que se deben del año anterior.
- Para el 30 de Junio se causan cesantías por \$6.000 pero hasta el siguiente año se pagan.
- En el mes de marzo se causan los intereses anticipados por \$1.000, registrados en el balance general del 2000
- Se requiere un saldo mínimo en caja de \$1.300. Por esta razón, el día 15 de cualquier mes los socios pueden tomar un crédito con el banco ABC a corto plazo (2 meses) por el monto suficiente para obtener esta caja, este crédito tendrá una tasa de interés del 2%. Los intereses deben pagarse el mismo mes que se pide el crédito.

Con base en la información anterior debe realizar:

- 1.** El flujo de efectivo para los meses de enero a junio del 2001
- 2.** Completar el balance general a junio del 2001
- 3.** Estado de pérdidas y Ganancias a junio del 2001

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

4. ¿Qué podría concluir de los estados financieros?

Estado de Pérdidas y Ganancias		
		Diciembre 2000
Ventas		\$ 320.000
Costo de Ventas		\$ 216.000
	Costo Materia Prima	
	Costo Mano de Obra	
	Costo Materiales Indirectos	
Utilidad Bruta		\$ 104.000
Gastos de Operación	Gastos de Administración	\$ 48.000
	Depreciación	\$ 30.000
	Cesantías	\$ 12.000
Utilidad Operacional		\$ 14.000
Gasto Financiero	Intereses	\$ 800
Utilidad antes de impuestos		\$ 13.200
Impuestos (30%)		\$ 3.960
Utilidad despues de impuestos		\$ 9.240
Reserva Legal (10%)		\$ 924
Utilidad del Ejercicio		\$ 8.316

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

EMPRESA El milhojas S.A.S					
Balance General					
ACTIVOS			PASIVOS		
	Diciembre 2000	Ene - Jun 2001		Diciembre 2000	Ene - Jun 2001
Activos Corrientes			Pasivos Corto Plazo		
Caja, bancos	\$ 9.000		Cuentas por pagar	\$ 1.300	
Cuentas por Cobrar	\$ 28.000		Cesantías	\$ 12.000	
Inventarios	\$ 9.000		Impuestos	\$ 3.960	
Total Activos Corrientes	\$ 46.000		Total Pasivos Corto Plazo	\$ 17.260	
			Pasivos Largo Plazo		
Activos No Corrientes			IFI largo plazo		
Activos Fijos			Total Pasivos Largo Plazo	\$ -	
Planta y Equipo	\$ 300.000				
Depreciación Acumulada	\$ (120.000)		TOTAL PASIVOS	\$ 17.260	
Equipo					
Depreciación Acumulada			PATRIMONIO		
Total Activos No Corrientes	\$ 180.000		Capital social	\$ 180.000	
Intereses Anticipados	\$ 1.000		Utilidad Retenida	\$ 20.500	
			Reserva legal	\$ 924	
			Utilidad del ejercicio	\$ 8.316	
			TOTAL PATRIMONIO	\$ 209.740	
TOTAL ACTIVOS	\$ 227.000		TOTAL PASIVOS + PATRIMONIO	\$ 227.000	

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Flujo de Efectivo						
<i>Unidades Vendidas</i>	228	240	288	260	240	216
	Enero 2001	Febrero 2001	Marzo 2001	Abril 2001	Mayo 2001	Junio 2011
Ingresos						
Egresos Operativos						
Materia Prima						
Mano de obra directa						
Materiales indirectos						
Gastos Fijos						
Cesantías						
Impuestos						
Total Egresos Operativos						
Saldo Operativo						
Saldo Anterior						
Saldo						
Inversión						
Equipo						
Saldo a financiar						
Financiación						
Crédito IFI						
Intereses crédito IFI						
Banco ABC						
Intereses crédito ABC						
Saldo Disponible						

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Referencias

Vélez, Ignacio y Ricardo Dávila. Material utilizado en el curso de Finanzas de los autores. Universidad Javeriana sin publicar, Bogotá 2004

W. R. Purcell Jr. *Cómo comprender las finanzas de una compañía*, Ed. Norma, Cali 1983

Nota: como ejemplo se anexan los Estados Financieros de Almacenes Éxito.

ESTADOS FINANCIEROS DE ALMACENES ÉXITO⁶⁶

ALMACENES ÉXITO S.A.				
Balance Histórico	Dic. 31 2011		Dic. 31 2012	
Caja y Bancos	1.386.507	15%	1.470.350	15%
Inversiones Temporales	702.442	7%	808.987	8%
Clientes	42.471	0%	90.428	1%
- Provisiones	40.370	0%	5.771	0%
Deudores Comerciales	2.102	0%	84.657	1%
Inventario	865.432	9%	992.543	10%
Anticipo de Impuestos y contrib o saldo	76.019	1%	0	0%
Otros Deudores	168.522	2%	180.657	2%
Diferidos	48.216	1%	42.743	0%
Activo Corriente	3.249.240	34%	3.579.937	36%
Activos Fijos	2.052.883	22%	2.047.862	20%
Intangibles (Neto)	2.006.529	21%	2.026.855	20%
Inversiones	651.598	7%	736.759	7%
Otras Cuentas por Cobrar (LP)	35.976	0%	39.646	0%
Diferidos	249.148	3%	248.460	2%
Otros Activos Largo Plazo	285	0%	285	0%
Valorizaciones	1.255.248	13%	1.351.862	13%
Total Activos LP	6.251.667	66%	6.451.730	64%
TOTAL ACTIVO	9.500.907	100%	10.031.667	100%
Obligaciones Financieras	69.953	1%	11	0%
Bonos y Papeles Comerciales	0	0%	74.650	1%
Proveedores	1.254.768	13%	1.496.861	15%
Cuentas por Pagar CP	286.889	3%	329.089	3%
Impuestos por Pagar	207.531	2%	124.138	1%
Obligaciones Laborales	57.291	1%	60.466	1%
Estimados y Provisiones	40.705	0%	38.645	0%
Pasivos Diferidos	311	0%	450	0%
Otros Pasivos Corto Plazo	15.207	0%	26.211	0%
Total Pasivo Corriente	1.932.655	20%	2.150.521	21%
Bonos y Papeles Comerciales (LP)	224.650	2%	150.000	1%
Obligaciones Laborales LP	558	0%	540	0%
Estimados y Provisiones LP	17.720	0%	16.636	0%
Diferidos LP	21.980	0%	12.884	0%
Otros Pasivos LP	62.118	1%	105.851	1%
Pasivo Largo Plazo	327.026	3%	285.911	3%

⁶⁶ Fuente: Benchmark 2013.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

TOTAL PASIVO	2.259.682	24%	2.436.432	24%
Capital	4.482	0%	4.482	0%
Superávit de Capital	4.865.226	51%	4.842.025	48%
Superávit de Valorizaciones	1.255.248	13%	1.351.862	13%
Reservas de Capital	584.735	6%	779.482	8%
Revalorización del Patrimonio	134.267	1%	134.267	1%
Utilidades del Ejercicio	389.455	4%	475.305	5%
Utilidades Retenidas	7.813	0%	7.813	0%
Total Patrimonio Neto	7.241.226	76%	7.595.235	76%
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	9.500.907	100%	10.031.667	100%

ALMACENES ÉXITO S.A.						
Estado de Resultados	2011			2012		
	365 días	V%	H	365 días	V%	H
Ventas	8.552.405	100%	14%	9.164.864	100%	7%
Costo de venta	6.427.755	75%	14%	6.856.028	75%	7%
Utilidad Bruta	2.124.650	25%	15%	2.308.835	25%	9%
Gastos de Administración	260.623	3%	14%	271.424	3%	4%
Gastos de Ventas	1.465.010	17%	12%	1.611.018	18%	10%
Utilidad Operacional	399.017	5%	27%	426.393	5%	7%
Ingresos Financieros	0	0%	0%	200.406	2%	0%
Otros Ingresos No Operacionales	0	0%	0%	109.599	1%	0%
Total Ingresos No Operacionales	290.469	3%	-11%	310.005	3%	7%
Gastos Financieros	0	0%	0%	120.652	1%	0%
Otros Gastos No Operacionales	0	0%	0%	60.663	1%	0%
Total Gastos No Operacionales	258.567	3%	-28%	181.315	2%	-30%
Corrección Monetaria	0	0%	0%	0	0%	0%
Utilidad Antes de Impuestos	430.918	5%	51%	555.084	6%	29%
Impuesto de Renta	41.464	0%	38%	79.779	1%	92%
UTILIDAD NETA	389.455	5%	53%	475.305	5%	22%

CAPÍTULO 11. EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Javier L. Lozano C.⁶⁷

"La ingeniería sin la economía carecería de sentido." Si damos un rápido vistazo a los avances tecnológicos de los últimos ochenta años, fácilmente podemos apreciar la gran capacidad que tiene el ser humano para evolucionar. Sin duda puede afirmarse que la ingeniería ha sido uno de los pilares fundamentales del desarrollo, y la cuna donde se dio origen a muchos de los avances tecnológicos que usamos hoy en día. Pues bien, para que un desarrollo de ingeniería tenga éxito, debe ser económicamente factible y financieramente viable; es decir, debe generar utilidades. La evaluación de proyectos (conocida también como ingeniería económica o evaluación financiera de proyectos) tiene por objetivo fundamental valorar los ingresos y los egresos relacionados con el diseño y la implantación de alternativas de inversión. La evaluación de proyectos es un tema de gran interés para todas las áreas de una organización: desde la gerencia, que aprueba la realización del proyecto, hasta el personal básico encargado de seleccionar los materiales para la elaboración de un nuevo producto.

La teoría de evaluación de proyectos es tan útil en el mundo real que no es necesario estar inmerso en un proyecto de gran magnitud para hacer uso de sus principios. Todo aquello que involucre dinero, directa o indirectamente, puede considerarse un proyecto. Así, la apertura de una cuenta de ahorros en una entidad bancaria, la visita nocturna a un casino para jugar unos dólares, la compra de un billete de lotería, la compra de un negocio, la construcción de una carretera en una población marginada, son ejemplos de proyectos (alternativas) de inversión. Este capítulo centrará su atención en los principios generales de la evaluación de proyectos como una herramienta invaluable y de gran utilidad para la toma de decisiones financieras.

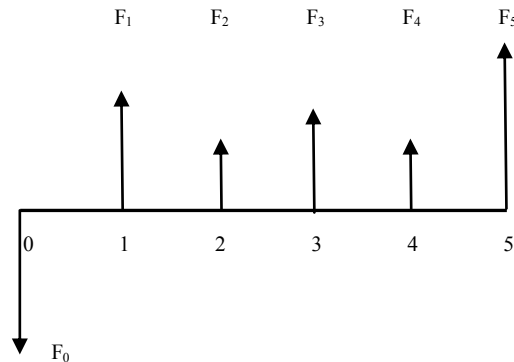
Diagramas de flujo

Un diagrama de flujo en evaluación de proyectos es la representación gráfica de las entradas y salidas de dinero durante la vida útil de un proyecto. Son tres los elementos principales que se tienen en cuenta para representar un proyecto en un diagrama de flujo:

1. Horizonte de tiempo: corresponde a la duración total del proyecto que se analiza.
2. Escala de tiempo: corresponde a la unidad básica de tiempo en que se maneja el proyecto.
3. Representación de ingresos y egresos: por convención general, dentro de un diagrama de flujo los ingresos de dinero se representan con flechas hacia arriba y los egresos de dinero se representan con flechas hacia abajo.

⁶⁷ Ingeniero Industrial, MSc. Ingeniería Universidad de los Andes. Instructor Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes

El proyecto representado en el siguiente diagrama tiene una vida útil de cinco años y sus flujos se representan en periodos anuales:



El periodo que en el diagrama se representa como 0 (cero) corresponde al principio del primer año, es decir, el momento en el cual se hace la inversión⁶⁸ para iniciar el proyecto (F₀). En un diagrama de flujo, todos los ingresos y egresos se representan al final del periodo. Así, por ejemplo, el flujo de efectivo positivo (entrada de dinero) representado en el diagrama como F₁ corresponde al ingreso neto de todas las operaciones realizadas entre el inicio del año 1 y el final del año 1. F₂ corresponde al ingreso neto de todas las operaciones realizadas entre el inicio del año 2 y el final del año 2, y así sucesivamente hasta llegar al final del año 5.

El valor del dinero en el tiempo

Uno de los errores más comunes cuando se involucra el componente monetario (dinero) en un análisis es considerar que una suma constante de dinero hoy tiene el mismo valor que en el futuro. Es un error afirmar, por ejemplo, que si el salario mensual de un empleado es de \$1.000.000, su salario anual es de \$12.000.000 (al contabilizar doce salarios al año.) **El principal error de la anterior premisa** se centra en que el dinero que gana el empleado hoy no tiene el mismo valor que el dinero que ganará el siguiente mes y mucho menos doce meses después, en parte porque el costo de todos los bienes y servicios disponibles en el mercado se incrementará.

El dinero pierde valor en el tiempo; es decir, la capacidad de consumo en el futuro es menor que la capacidad de consumo actual dada una suma constante: así, el empleado que gana \$1.000.000 mensuales durante un año podrá comprar menos bienes dentro de un año que los que puede adquirir hoy. Dada esta situación, es necesario encontrar una expresión que establezca una relación de equivalencia directa entre el valor del dinero hoy y el valor del dinero en el futuro.

$$\text{Valor futuro} = \text{Valor presente} + \text{Factor de equivalencia}$$

⁶⁸ Inversión inicial es el aporte de dinero o capital que debe realizarse para iniciar un proyecto.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Al conocer un factor de equivalencia podría encontrarse la cantidad de dinero que el empleado de nuestro ejemplo necesitará para poder tener la misma capacidad de consumo futuro que tiene hoy. Una alternativa es afirmar que el dinero pierde valor en la misma proporción que el indicador macroeconómico llamado "inflación" (indicador de variación porcentual del Índice de Precios del Consumidor, IPC). Otra, es decir que el empleado de nuestro ejemplo tiene oportunidades de inversión donde poner su dinero, y su rentabilidad (indicador porcentual) es la que debe tener en cuenta para conocer el factor de equivalencia. Cada individuo tiene diferentes oportunidades (sea la inflación, cuentas de ahorro, inversiones, etc.) para que su dinero crezca. A esta tasa de crecimiento (tasa de interés) se le conoce con el nombre de **tasa de interés de oportunidad (TIO)** y es precisamente la tasa de interés que relaciona un valor presente con una cantidad futura.

Supongamos entonces que la tasa de interés de oportunidad del empleado de nuestro ejemplo es del 10% anual, correspondiente al rendimiento de sus ahorros en un CDT (Certificado de Depósito a Término.) Por lo tanto, los intereses que obtiene este individuo por cada millón de pesos que invierta serán:

$$\begin{aligned}\text{Interés} &= \$1.000.000 \times (10\%) \\ \text{Interés} &= \$100.000.\end{aligned}$$

Por lo tanto, si él invierte un millón de pesos, tendrá acumulado al final del año \$1.100.000 correspondiente a los \$100.000 de interés más el capital inicial invertido. Generalizando esta situación, la suma futura equivalente a un valor presente es:

$$\begin{aligned}F &= P + P \times i \\ F &= P (1+i)\end{aligned}$$

Donde:

F = Valor futuro

P = Valor presente

i = Tasa de interés (TIO)

El valor acumulado futuro al final del año 2 está dado por:

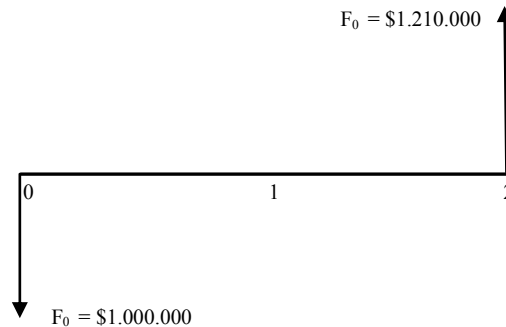
$$\begin{aligned}F_2 &= P (1+i) + P (1+i) \times i \\ F_2 &= P (1+i) (1+i) \\ F_2 &= P (1+i)^2\end{aligned}$$

Por lo tanto, el valor futuro al final del año n es:

$$\mathbf{F_n = P (1+i)^n}$$

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

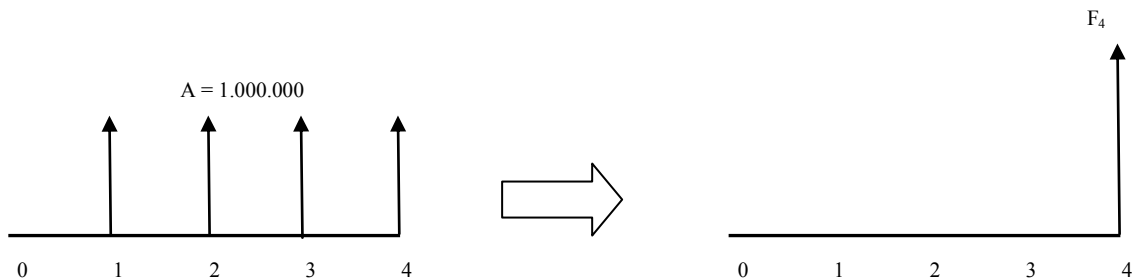
El diagrama de flujo correspondiente a una inversión de \$1.000.000 durante dos años en un CDT con una tasa de interés anual del 10% es el siguiente:



En el manejo de la equivalencia de un valor futuro dada una suma presente (y en general de muchas otras que no se presentan en este capítulo) se supone la reinversión de los intereses ganados en cada periodo (interés compuesto.) Es decir, los intereses que se ganan en cada periodo son reinvertidos a la misma tasa de interés hasta terminar el proyecto.

Ejemplo: Suponga que está interesado en tener ahorrada dentro de dos años la suma necesaria para la compra de un computador portátil. Para ello usted deposita semestralmente la suma de \$1.000.000. Si el banco le asegura un rendimiento de su dinero del 4% semestral, ¿cuánto dinero tendrá acumulado al finalizar los dos años si sus aportes se inician al final del primer semestre?

El primer paso para resolver el ejercicio, es realizar el diagrama de flujo.



Note que el flujo se realizó en periodos semestrales y la vida útil del proyecto es de cuatro semestres (dos años)

El valor acumulado al final de los dos años, dada una tasa de interés del 4% semestral, está dado por:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

$$F_4 = A (1+i)^3 + A (1+i)^2 + A (1+i) + A$$
$$F_4 = 1.000.000 (1.04)^3 + 1.000.000 (1.04)^2 + 1.000.000 (1.04) + 1.000.000$$
$$\mathbf{F_4 = \$4.246.464}$$

Al finalizar los dos años tendrá acumulados \$4.246.464 para la compra del computador portátil.

Principales indicadores para medir la bondad financiera de proyectos de inversión

En las páginas anteriores se mostró que cualquier proyecto de inversión puede expresarse como un conjunto de ingresos y egresos a lo largo del tiempo, y puede representarse gráficamente mediante un diagrama de flujo. Sin embargo, resulta complicado conocer la bondad o conveniencia financiera de un proyecto con las herramientas vistas hasta el momento. Se hace necesario introducir conceptos y herramientas adicionales para poder validar la conveniencia financiera de una alternativa de inversión. Dentro de los indicadores más importantes se encuentran el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio- costo (B/C) el costo anual equivalente (CAE o VAE) y el periodo de pago. En este capítulo se hablará de los aspectos fundamentales de los más importantes de ellos.

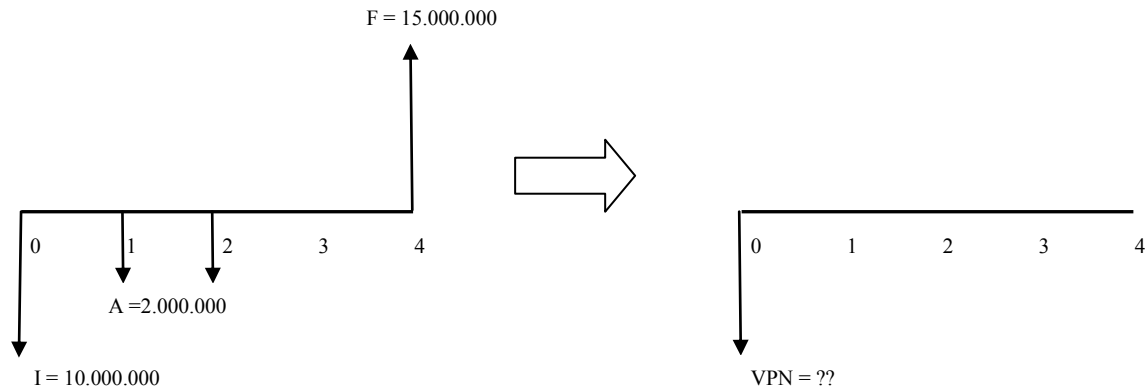
El valor presente neto (VPN)

El valor presente neto no es otra cosa que el resultado algebraico de traer a valor presente todos los ingresos y egresos presentes y futuros de un proyecto utilizando la tasa de interés apropiada.⁶⁹ Sin más preámbulos, veamos un ejemplo:

Suponga que usted está interesado en evaluar la conveniencia financiera de un proyecto de inversión en ganadería (engorde y venta) que tiene una vida útil de un año. La inversión inicial depende del número de cabezas de ganado que compre. Cada una de ellas tiene un costo de \$500.000 y se espera poder venderlas un año después por un valor de \$750.000. Por concepto de vacunación y manutención de los animales, los primeros dos trimestres del año debe invertirse aproximadamente \$100.000 por cabeza (por trimestre.) Si se adquieren 20 cabezas de ganado y la TIO correspondiente es del 4% trimestral, ¿es conveniente invertir en este proyecto?

El primer paso a seguir es la realización del diagrama de flujo del proyecto:

⁶⁹ Serrano R., Javier. *Matemáticas financieras y evaluación de proyectos*, Ediciones Uniandes.



Según la definición mostrada anteriormente, el valor presente neto de este proyecto es:

$$\begin{aligned} \text{VPN (4\%)} &= -I - A / (1+i) - A / (1+i)^2 + F / (1+i)^4 \\ \text{VPN (4\%)} &= -10.000.000 - 2.000.000 / (1.04) - 2.000.000 / (1.04)^2 + \\ &\quad 15.000.000 / (1.04)^4 \end{aligned}$$

VPN (4%) = - \$ 950.126,48 (no es buen negocio, VPN negativo)

Interpretación del valor presente neto

El valor presente neto puede tomar valor positivo, nulo o negativo. Es importante notar que, aunque el VPN depende de la naturaleza de los flujos de efectivo del proyecto, también depende de la tasa de interés de oportunidad que se utilice. Según la expresión general del VPN, al utilizar una mayor tasa de oportunidad, el VPN será menor. Al reducir la tasa de interés, el VPN será mayor. **Un proyecto de inversión es conveniente financieramente únicamente cuando el VPN > 0.** No lo es, cuando el VPN < 0. El inversionista será indiferente cuando VPN = 0 (incluso puede afirmarse que no es conveniente.)

En la hoja de cálculo de la suite de Microsoft, **EXCEL** puede encontrar la función VNA. Los parámetros de entrada de esta función son dos: la tasa de interés y las cifras de las cuales quiere conocer su valor presente equivalente.

Función en Excel: +VNA (tasa; valor 1; valor 2; valor n)

La tasa interna de retorno TIR

La tasa interna de retorno corresponde a aquella tasa de interés que permite que el VPN sea igual a cero (0)⁷⁰. Para el ejemplo presentado anteriormente:

$$\text{VPN (TIR)} = 0 = - I + A / (1+\text{TIR}) + A / (1+\text{TIR})^2 + F / (1+\text{TIR})^4$$

$$\begin{aligned} \text{VPN (TIR)} = 0 = & - 10.000.000 + 2.000.000 / (1+\text{TIR}) + 2.000.000 / (1+\text{TIR})^2 \\ & + 15.000.000 / (1+\text{TIR})^4 \end{aligned}$$

Operativamente, cuando se tienen proyectos con varios flujos futuros de efectivo durante varios periodos, suele ser complicado obtener la tasa interna de retorno. Es decir, encontrar aquella tasa de interés que haga que el VPN sea 0 resulta ser algo dispendioso. La tasa interna de retorno se expresa en el mismo periodo de tiempo en el cual está expresado el proyecto (y por lo tanto el diagrama de flujo.) En nuestro ejemplo, la tasa interna de retorno (trimestral) para la cual el VPN es cero es de 21.062% (obtenida mediante el empleo de funciones en la hoja de cálculo)

En la hoja de cálculo de la suite de Microsoft, **EXCEL** se encuentra la función TIR. El parámetro de entrada de esta función es el flujo de efectivo que representa el proyecto.

Función en Excel: +TIR (valor 1; valor 2; valor n)

La relación beneficio-costo B/C

La relación beneficio-costo (también llamada costo-beneficio por algunos autores) no es más que la relación entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos.

$$\mathbf{B/C = VP \text{ ingresos} / VP \text{ egresos}}$$

La relación beneficio-costo puede tomar valores mayores que 1, menores a 1 e incluso 1. Si la relación beneficio costo es mayor que 1, esto implica que el valor presente de los ingresos es mayor que el valor presente de los egresos y, por lo tanto, el VPN es positivo (VPN>0). Si, por el contrario, toma un valor menor que 1, esto significa que el valor presente de los egresos es mayor que el valor presente de los ingresos y, por lo tanto, el VPN es negativo (VPN<0). Cuando la relación B/C es igual a 1, el valor presente de los ingresos es igual al valor presente de los egresos (VPN = 0)

⁷⁰ Serrano R, Javier, *op. cit.*

Conclusión

En la evaluación de proyectos es indispensable conocer el comportamiento de los flujos presentes y futuros de efectivo (dinero). En el aspecto académico, es aconsejable representar el proyecto mediante un diagrama de flujo. La evaluación de una o varias alternativas de inversión se realiza mediante el empleo de indicadores como VPN, TIR y B/C. Estos indicadores tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo y son extremadamente útiles para conocer y analizar la bondad financiera de un proyecto de inversión.

Referencias

Infante V., Arturo. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. 13ª ed.. Editorial Norma, 1996

Serrano R., Javier. *Matemáticas financieras y evaluación de proyectos*. 4ª ed. Ediciones Uniandes, 2004

Sullivan, William. *Ingeniería Económica de Degarmo*, 12ª ed. Editorial Prentice Hall.

Van Horne, J. C. *Financial Management and Policy*, 11th ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1998.

CAPÍTULO 12. ANÁLISIS FINANCIERO Y CONTROL⁷¹

Ignacio Vélez⁷², Ricardo Dávila⁷³

El análisis financiero tradicional es necrológico, pues se basa en *autopsias* que se le hacen a la firma "para ver qué pasó" y no hay suficiente énfasis en el futuro. El pasado es inmodificable y quienes adoptan las decisiones sólo pueden afectar el futuro con sus decisiones. El pasado sirve únicamente para evaluar qué tan buenas resultaron las decisiones que se tomaron meses o años antes. En la medida en que el análisis del pasado sirva para corregir acciones equivocadas o reforzar acciones acertadas, será útil. El propósito entonces, es examinar instrumentos de planeación y control que permitan tomar buenas decisiones que aumenten el valor de la firma.

El balance general y el estado de resultados o de pérdidas y ganancias

Sin ninguna duda, estos informes permiten evaluar una gestión gerencial; de hecho, reflejarán de alguna forma los resultados de las decisiones tomadas con la ayuda del flujo de fondos. Hay varias formas de evaluar los resultados a través del balance general y el estado de resultados o de pérdidas y ganancias. Las principales son el Análisis de Indicadores, las Razones Financieras y el Estado de Fuentes y el Usos de Fondos.

Para que sea más comprensible el trabajo sobre este tema, se utilizarán los estados financieros (balance general y estado de resultados o de pérdidas y ganancias) de una compañía ficticia. Los estados financieros se presentarán posteriormente.

Indicadores e índices

Cuando se maneja una empresa, hay ciertos indicadores claves que debemos observar. Estos indicadores actúan como semáforos o banderas; cuando tienen ciertos valores críticos, presentan una señal *roja* y cuando el negocio "va bien" presentan una señal *verde*. Aunque cada negocio o tipo de negocio tiene sus indicadores específicos, se pueden construir algunos que son de uso común y generalizado. Este instrumento de análisis por índices se conoce también como análisis vertical y horizontal.

⁷¹ Extractado del capítulo 2, del material utilizado en el curso de Finanzas de los autores. Universidad Javeriana

⁷² Decano, Facultad de Ingeniería Industrial, Politécnico Grancolombiano

⁷³ Profesor Facultad de Administración Universidad Javeriana

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Un índice es una proporción entre un valor y otro valor llamado base. Por ejemplo, se puede expresar la utilidad neta como un índice si se divide por las ventas y a este resultado se le llama **margen neto** sobre ventas:

$$\text{Margen neto sobre ventas} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas}}$$

También se puede expresar la utilidad bruta como un índice: Utilidad Bruta dividida por Ventas, y a este índice se le llama **margen bruto**.

$$\text{Margen bruto sobre ventas} = \frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{Ventas}}$$

La idea consiste en expresar los rubros del balance general y del estado de resultados o de pérdidas y ganancias en términos porcentuales, referidos a los activos totales o a las ventas totales, en el primer caso (Análisis Vertical) y encontrar los porcentajes de crecimiento de cada rubro, de un período a otro, en el segundo caso (Análisis Horizontal), con lo cual el analista puede interpretar la información presentada por los estados financieros de una firma. Este tipo de análisis permite visualizar los cambios ocurridos en la estructura del balance general e induce a identificar las causas de los cambios relativos de los diferentes rubros.

Con estas ideas, se puede entonces expresar cualquier estado financiero con índices, en lugar de cifras absolutas. Al analizar estos índices se puede extraer información muy interesante sobre la situación económica de la empresa.

Tome como ejemplo los estados financieros de una empresa que se muestran en la página siguiente y que se utilizan para el cálculo de índices-

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

	A	B	C
1	Balance general de Empresa S.A. (millones)	31-Dic-Año2	31-Dic-Año1
2	Activos		
3	Caja y bancos	\$177,689	\$175,042
4	Cuentas por cobrar menos provisión	\$678,279	\$740,705
5	Inventarios		
6	Materia prima	\$166,316	\$133,663
7	Producto en proceso	\$145,974	\$155,969
8	Producto terminado	\$1,016,673	\$945,093
9	Total inventarios	\$1,328,963	\$1,234,725
10	Gastos pagados por anticipado	\$20,756	\$17,197
11	Anticipo de impuestos	\$35,203	\$29,165
12	Total activo corriente	\$2,240,890	\$2,196,834
13	Inversiones al costo	\$65,376	
14	Inmuebles, planta y equipo al costo		
15	Terrenos y mejoras	\$34,161	\$31,274
16	Edificios	\$508,401	\$485,469
17	Maquinaria y equipo	\$1,054,324	\$1,021,752
18	Total activos fijos antes de depreciación	\$1,596,886	\$1,538,495
19	Menos depreciación acumulada	\$856,829	\$791,205
20	Total activo fijo neto	\$740,057	\$747,290
21	Otros activos	\$205,157	\$205,624
22	Total activo	\$3,251,480	\$3,149,748
23	Pasivos y capital		
24	Pasivo		
25	Obligaciones bancarias	\$448,508	\$356,511
26	Cuentas por pagar	\$148,427	\$136,793
27	Nómina y otras causaciones	\$190,938	\$164,285
28	Impuestos por pagar	\$36,203	\$127,455
29	Total pasivo corriente	\$824,076	\$785,044
30	Pasivo a largo plazo	\$630,783	\$626,460
31	Total pasivo	\$1,454,859	\$1,411,504
32	Capital		
33	Capital social	\$781,986	\$781,883
34	Utilidades del periodo retenidas	\$58,274	\$49,484
35	Utilidades retenidas	\$956,361	\$906,877
36	Patrimonio	\$1,796,621	\$1,738,244
37	Total capital y patrimonio	\$1,796,621	\$1,738,244
38	Total pasivo y capital	\$3,251,480	\$3,149,748

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

	A	B	C
39	Estados de resultados de Empresa S.A.	(MILLONES)	
40	Años terminados en diciembre 31 de	Año2	Año1
41	Ventas netas	\$3,992,758	\$3,721,241
42	Costo de ventas	\$2,680,298	\$2,499,965
43	Utilidad bruta	\$1,312,460	\$1,221,276
44	Gastos de administración	\$677,852	\$606,235
45	Gastos de publicidad y ventas	\$123,543	\$120,724
46	Depreciación	\$111,509	\$113,989
47	Utilidad de operación	\$399,556	\$380,328
48	Utilidad antes de intereses e impuestos	\$399,556	\$380,328
49	Gastos financieros	\$85,274	\$69,764
50	Otros ingresos		
51	Otros egresos		
52	Utilidad antes de impuestos	\$314,282	\$310,564
53	Provisión para impuestos de renta	\$163,708	\$172,446
54	Utilidad neta	\$150,574	\$138,118
55	Dividendos	\$92,300	\$88,634
56	Utilidades retenidas al fin de año	\$58,274	\$49,484

El análisis vertical

Si se analiza un estado de pérdidas y ganancias en términos porcentuales, en relación con las ventas, -análisis llamado vertical- se pueden calcular indicadores de utilidad, que inclusive pueden servir como punto de referencia para decidir acerca de negocios aislados. Por ejemplo, el margen bruto es uno de ellos (este porcentaje es el que corresponde a la utilidad bruta sobre ventas). Si se conoce el punto de equilibrio de una firma -que se calcula utilizando el margen bruto del negocio y su cálculo se ilustra más adelante- y se sabe que ya superó ese nivel de ventas, se pueden realizar negocios aislados atendiendo sólo al margen bruto que éste produce. Por ejemplo, se puede aceptar un negocio propuesto por un vendedor, aunque su margen bruto individual no supere el margen bruto estándar o esperado. O viceversa.

Hay casos en que el margen es muy bajo y es necesario ser muy cuidadoso en garantizar que siempre se esté por encima de un margen mínimo. Así mismo, un indicador porcentual de los diferentes rubros del balance general, en relación con el total de activos, es útil para controlar, por ejemplo, los niveles de endeudamiento y los niveles de inventarios.

En el análisis financiero no es suficiente indicar que "los inventarios aumentaron en un 12.5% en el primer año y en un 2% en el segundo". Esto no es un análisis, sino el relato de las cifras que aparecen en los cuadros; el análisis pretende ir más allá e indagar por las causas que originaron esos cambios: ¿Se debió a un aumento de precios o a un aumento en las cantidades de inventarios? Si se debe a ambas causas, ¿de cuánto es responsable el aumento de precios, de cuánto el

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

aumento en el nivel de inventarios? Cuando hay inflación, algunos rubros de los estados financieros se distorsionan, como se verá más adelante, de manera que, antes de proceder a efectuar el análisis vertical, es necesario restablecer los valores de los rubros del balance general, por ejemplo, a sus valores reales.

El análisis vertical es más fértil cuando se aplica al estado de pérdidas y ganancias, para hacer comparaciones temporales y entre firmas. El análisis porcentual del estado de pérdidas y ganancias, ofrece luces sobre la proporción de ciertos gastos (variables sobre todo) que permiten controlar el comportamiento de esos rubros, elaborar pronósticos de utilidades y gastos.

	A	B	C
57	Análisis vertical		
58	Balance general de Empresa S.A.	Año 2	Año1
59	Análisis vertical		
60	Activos		
61	Caja y bancos	5.5%	5.6%
62	Cuentas por cobrar menos provisión	20.9%	23.5%
63			
64	Inventarios		
65	Materia prima	5.1%	4.2%
66	Producto en proceso	4.5%	5.0%
67	Producto terminado	31.3%	30.0%
68	Total inventarios	40.9%	39.2%
69			
70	Gastos pagados por anticipado	0.6%	0.5%
71	Anticipo de impuestos	1.1%	0.9%
72			
73	Total activo corriente	68.9%	69.7%
74			
75	Inversiones al costo	2.0%	
76			
79	Inmuebles, planta y equipo al costo		
80	Terrenos y mejoras	1.1%	1.0%
81	Edificios	15.6%	15.4%
82	Maquinaria y equipo	32.4%	32.4%
83	Total activos fijos antes de depreciación	49.1%	48.8%
84	Menos depreciación acumulada	26.4%	25.1%
85	Total activo fijo neto	22.8%	23.7%
86	Otros activos	6.3%	6.5%
87	Total activo	100.0%	100.0%

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

	A	B	C
88	Balance general de Empresa S.A.	31-Dic-93	31-Dic-92
89	Análisis vertical		
90	Pasivos y capital		
91	Obligaciones bancarias	13.8%	11.3%
92	Cuentas por pagar	4.6%	4.3%
93	Nómina y otras causaciones	5.9%	5.2%
94	Impuestos por pagar	1.1%	4.0%
95	Total pasivo corriente	25.3%	24.9%
96	Pasivo a largo plazo	19.4%	19.9%
97	Total pasivo	44.7%	44.8%
98	Capital		
99	Capital social	24.1%	24.8%
100	Utilidades del periodo retenidas	1.8%	1.6%
101	Utilidades retenidas	29.4%	28.8%
102	Patrimonio	55.3%	55.2%
103	Total capital y patrimonio	55.3%	55.2%
104	Total pasivo y capital	100.0%	100.0%

	A	B	C
104	Estados de resultados de Empresa S.A.		
106	Análisis vertical		
107	Años terminados en diciembre 31 de	Año2	Año1
108	Ventas netas	100.0%	100.0%
109	Costo de ventas	67.1%	67.2%
110	Utilidad bruta	32.9%	32.8%
111	Gastos de administración	17.0%	16.3%
112	Gastos de publicidad y ventas	3.1%	3.2%
113	Depreciación	2.8%	3.1%
114	Utilidad de operación	10.0%	10.2%
115	Utilidad antes de intereses e impuestos	10.0%	10.2%
116	Gastos financieros	2.1%	1.9%
117	Otros ingresos		
118	Otros egresos		
119	Utilidad antes de impuestos	7.9%	8.3%
120	Provisión para impuestos de renta	4.1%	4.6%
121	Utilidad neta	3.8%	3.7%
122	Dividendos	2.3%	2.4%
123	Utilidades retenidas al fin de año	1.5%	1.3%

Debe hacerse una advertencia en cuanto al uso indiscriminado de los cálculos porcentuales "verticales". Para algunos rubros, éstos carecen de sentido, ya que son cifras que no están ligadas a los niveles de ventas. Por ejemplo, tratar de controlar los gastos generales (administración, etc.) a través de estos índices, es un despropósito, pues éstos tienden a ser constantes porque son costos fijos. En estos casos, debe controlarse su valor absoluto o que el crecimiento no supere cierto porcentaje, por ejemplo, el de inflación. Por el contrario, para rubros como

el costo de ventas (o su complemento, el margen bruto) o los gastos de ventas (comisiones de vendedores, publicidad, etc.) debe controlarse su valor relativo o porcentual. En este ejemplo, que se asemeja a muchas empresas en Colombia, se puede observar que el margen neto sobre ventas es relativamente bajo. Por lo tanto, la "vigilancia" del margen bruto es crucial.

El análisis horizontal

El propósito de este análisis es examinar el comportamiento (crecimiento o descenso) de los rubros de los estados financieros. Se calcula entonces el porcentaje en que han cambiado los diferentes rubros.

Los indicadores del análisis horizontal, se calculan dividiendo el dato del año más reciente, entre el dato correspondiente del año anterior y restándole 1.

Por medio del análisis horizontal se puede estudiar el comportamiento de un rubro en particular e identificar, por medio de otro tipo de análisis (causas externas o internas), los orígenes de estas variaciones. Algunos de estos análisis se pueden hacer alrededor de la historia de la empresa, capacidad de la gestión empresarial y el proceso de acumulación del capital productivo en la empresa.

El análisis horizontal es más rico y fructífero si se analizan los rubros de manera que reflejen sus verdaderas magnitudes, y no necesariamente en términos monetarios absolutos. Por ejemplo, los gastos por mano de obra se pueden medir en términos de salarios mínimos para analizar así su crecimiento; es mejor medir las ventas en unidades vendidas o en toneladas -si es el caso- vendidas; los inventarios en términos de la materia prima principal que se utilice en el proceso; por último, la utilidad se puede analizar en términos del número de unidades básicas de producción -materia prima, maquinaria típica, instalación industrial básica, etc.

El análisis horizontal basado en unidades monetarias, tiene algún sentido para algunos rubros, pero para otros no. Los rubros que más riesgo tienen de ser mal interpretados son los gastos fijos y los activos. Por ejemplo, si interesa saber cómo ha crecido la inversión en activos fijos, el mejor índice no debe estar basado en pesos, sino en la capacidad de producción medida en términos reales, o sea en unidades (por ejemplo, toneladas, número de vehículos para ensamblar, litros envasados, etc.). En cuanto a la cartera, por ejemplo, sería necesario, en rigor, valorar los productos a precios del año base o en unidades de producto típico de cada año y medir su crecimiento.

Para medir el crecimiento de la actividad de una empresa (por ejemplo, una fábrica de artículos de papel), sería más apropiado analizar el consumo de papel y otras materias primas en unidades físicas, el número de horas trabajadas (suponiendo una tecnología estable y un nivel normal de eficiencia), kilovatios-hora utilizados, toneladas de productos fabricados y despachados.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Al tratar de medir el crecimiento de una firma a través del valor de los rubros de los estados financieros, se introducen distorsiones más o menos graves, ya sea que se analicen cifras corrientes o deflactadas.

No debe olvidarse que los índices de precios y sus variaciones, son mecanismos matemáticos que producen la ilusión de precisión y de realidad. Es necesario liberarse de la tiranía de los números que producen esa ilusión de realidad. Muchas veces se trabaja con cifras que son pura ficción matemática y que pueden conducir a decisiones equivocadas.

A continuación se presenta el análisis horizontal para EMPRESA S.A.

ANÁLISIS HORIZONTAL

	A	B	C	D
124	Análisis horizontal			
125	Balance general de empresa S.A. (millones)	Año2	Año1	Variación
126	Activos			
127	Caja y bancos	\$177,689	\$175,042	1.51%
128	Cuentas por cobrar menos provisión	\$678,279	\$740,705	-8.43%
129	Inventarios			
130	Materia prima	\$166,316	\$133,663	24.43%
131	Producto en proceso	\$145,974	\$155,969	-6.41%
132	Producto terminado	\$1,016,673	\$945,093	7.57%
133	Total inventarios	\$1,328,963	\$1,234,725	7.63%
134	Gastos pagados por anticipado	\$20,756	\$17,197	20.70%
135	Anticipo de impuestos	\$35,203	\$29,165	20.70%
136	Total activo corriente	\$2,240,890	\$2,196,834	2.01%
137	Inversiones al costo	\$65,376		N.C.
138	Inmuebles, planta y equipo al costo			
139	Terrenos y mejoras	\$34,161	\$31,274	9.23%
140	Edificios	\$508,401	\$485,469	4.72%
141	Maquinaria y equipo	\$1,054,324	\$1,021,752	3.19%
142	Total activos fijos antes de depreciación	\$1,596,886	\$1,538,495	3.80%
143	Menos depreciación acumulada	\$856,829	\$791,205	8.29%
144	Total activo fijo neto	\$740,057	\$747,290	-0.97%
145	Otros activos	\$205,157	\$205,624	-0.23%
146	Total activo	\$3,251,480	\$3,149,748	3.23%

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

	A	B	C	D
147	Balance general de Empresa S.A. (millones)	Año2	Año1	Variación
148	Pasivos y capital			
149	Pasivo			
150	Obligaciones bancarias	\$448,508	\$356,511	25.80%
151	Cuentas por pagar	\$148,427	\$136,793	8.50%
152	Nómina y otras causaciones	\$190,938	\$164,285	16.22%
153	Impuestos por pagar	\$36,203	\$127,455	-71.60%
154	Total pasivo corriente	\$824,076	\$785,044	4.97%
155	Pasivo a largo plazo	\$630,783	\$626,460	0.69%
156	Total pasivo	\$1,454,859	\$1,411,504	3.07%
157	Capital			
158	Capital social	\$781,986	\$781,883	0.01%
159	Utilidades del periodo retenidas	\$58,274	\$49,484	17.76%
160	Utilidades retenidas	\$956,361	\$906,877	5.46%
161	Patrimonio	\$1,796,621	\$1,738,244	3.36%
162	Total capital y patrimonio	\$1,796,621	\$1,738,244	3.36%
163	Total pasivo y capital	\$3,251,480	\$3,149,748	3.23%

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

	A	B	C	D
164	Estados de perdidas y ganancias de Empresa S.A.		(Millones)	
165	Años terminados en diciembre 31 de	Año2	Año1	
166	Ventas netas	\$3,992,758	\$3,721,241	7.30%
167	Costo de ventas	\$2,680,298	\$2,499,965	7.21%
168	Utilidad bruta	\$1,312,460	\$1,221,276	7.47%
169	Gastos de administración	\$677,852	\$606,235	11.81%
170	Gastos de publicidad y ventas	\$123,543	\$120,724	2.34%
171	Depreciación	\$111,509	\$113,989	-2.18%
172	Utilidad de operación	\$399,556	\$380,328	5.06%
173	Utilidad antes de intereses e impuestos	\$399,556	\$380,328	5.06%
174	Gastos financieros	\$85,274	\$69,764	22.23%
175	Otros ingresos			
176	Otros egresos			
177	Utilidad antes de impuestos	\$314,282	\$310,564	1.20%
178	Provisión para impuestos de renta	\$163,708	\$172,446	-5.07%
179	Utilidad neta	\$150,574	\$138,118	9.02%
180	Dividendos	\$92,300	\$88,634	4.14%
181	Utilidades retenidas al fin de año	\$58,274	\$49,484	17.76%

Razones financieras

Además de los índices que permiten examinar la relación de cada rubro con los valores totales (activos o ventas), existen combinaciones que ofrecen una visión más detallada y analítica de la firma. Uno de los instrumentos que más se ha utilizado en el mundo de los negocios es el análisis de las razones financieras.

Con base en este sencillo instrumento, se toman hoy en día muchas decisiones. Una razón financiera es la proporción o cociente entre dos categorías económicas expresadas y registradas en los estados financieros básicos, para obtener rápidamente información de gran utilidad y contenido en la toma de decisiones. Esta información permite tomar decisiones acertadas a quienes estén interesados en la empresa, sean éstos sus dueños, los banqueros, los asesores, los capacitadores, el gobierno, etc.

Se espera que al relacionar dos cuentas, bien sea del balance general, del estado de pérdidas y ganancias, o de ambos, se obtenga información adicional que ayude a explicar el porqué de la situación actual de la firma, objeto del análisis. Así, por ejemplo, si se compara el activo corriente con el pasivo corriente, se puede obtener información que ayude a explicar cómo es la capacidad de pago de la empresa y si es suficiente para responder por las obligaciones contraídas con terceros.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Como se utilizará con frecuencia, se debe definir una relación entre los activos corrientes y los pasivos corrientes; no es una razón definida en términos de un rubro dividido por otro. Lo que le queda a la firma después de pagar sus deudas inmediatas, es el **capital de trabajo** y se define como **activos corrientes menos pasivos corrientes**; algo así como el dinero que le queda para poder operar en el día a día.

Las razones financieras se han dividido en cuatro tipos, para medir diversas situaciones que son de gran importancia en la vida económica de la empresa. Éstas son:

Razones de **liquidez**: miden la capacidad de pago que tiene la empresa.

Razones de **actividad**: miden la efectividad y eficiencia de la gestión, en la administración del capital de trabajo.

Razones de **endeudamiento** o **apalancamiento**: muestran la cantidad de recursos que se obtienen de terceros para el negocio.

Razones de **rentabilidad**: miden la capacidad de generación de utilidad por parte de la empresa.

Las razones más conocidas son las siguientes:

Las razones de liquidez

Estas razones miden la capacidad de pago que tiene la empresa en el corto plazo, en cuanto al dinero en efectivo de que dispone para cancelar las deudas.

Determinar si se mantiene un capital de trabajo suficiente para llevar a cabo las operaciones que sean necesarias para generar un excedente que le permita seguir con el desarrollo de su actividad.

Determinar si produce el dinero suficiente para cancelar las necesidades de los gastos financieros que le demande su estructura de endeudamiento en el corto plazo. Si esto se logra, la empresa obtiene una buena imagen y posición frente a los intermediarios financieros.

Son fundamentalmente dos: la **razón corriente** y la **razón o prueba ácida**.

LIQUIDEZ

$$-RAZON CORRIENTE = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

$$-RAZON O PRUEBA ACIDA = \frac{\text{Activo Corriente} - \text{Activo menos Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

Razón corriente

Es la relación entre el activo corriente y el pasivo corriente:

$$\frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

El resultado matemático debe leerse en términos, de cuántas unidades monetarias (pesos) tiene la empresa en el activo corriente para cubrir cada unidad monetaria que se tiene en el pasivo más exigible.

	Año2	Año1
Activo corriente	\$2,240,890	\$2,196,834
Pasivo corriente	\$824,076	\$785,044
Razón de liquidez	2.72	2.80

Esto significa que, en el Año 2, se tienen dos pesos con setenta y dos centavos en el activo corriente por cada peso del pasivo corriente, con lo cual se puede inferir que la empresa tiene capacidad de pago y que puede cumplir con sus obligaciones a corto plazo.

Observaciones para el buen uso de estas razones

Por ello, para una interpretación correcta de estos índices, se hace necesario estudiar de manera específica la composición y realidad de cada una de las cuentas que los conforman .

Además, debe tenerse en cuenta el momento o coyuntura económica en que se practica el análisis, pues fenómenos tales como la inflación deben ser involucrados para adelantarlos correctamente . En inflación, una alta posición de solvencia que descansa en una mayor inversión en dinero y cuentas por cobrar, significa que la unidad económica está perdiendo poder de compra y que su capital de trabajo puede no ser suficiente para adquirir de nuevo los activos que necesita para mantener su capacidad de operación.

Las razones de actividad

Las razones de actividad miden la rapidez con la que las cuentas por cobrar o los inventarios se convierten en efectivo. Son un complemento de las razones de liquidez, pues permiten precisar aproximadamente el período de tiempo que la cuenta respectiva (cuenta por cobrar, inventario), necesita para convertirse en dinero. Miden la capacidad que tiene la gerencia de generar fondos internos, al administrar en forma adecuada los recursos invertidos en estos activos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Son, entre otras, las siguientes: la **rotación de inventario**, la **rotación de las cuentas por cobrar** y **período promedio de pago a proveedores**.

ACTIVIDAD

$$- \text{ROTACION DE CARTERA (DIAS)} = \frac{\text{Cuentas por cobrar promedio} \times 360}{\text{Ventas}}$$

$$- \text{ROTACION DE INVENTARIOS (DIAS)} = \frac{\text{Inventario promedio} \times 360}{\text{Costo de ventas}}$$

$$- \text{DIAS PROMEDIO PAGO PROVEEDORES} = \frac{\text{Cuentas por pagar promedio} \times 360}{\text{Compras a proveedores}}$$

Rotación de cartera (Cuentas por cobrar)

Este indicador permite mantener una estricta y constante vigilancia de la política de crédito y cobranzas. Se espera que el saldo en cuentas por cobrar no supere el volumen de ventas, pues esta práctica significará una congelación total de fondos en este tipo de activo, con lo cual se le estaría restando a la empresa capacidad de pago y tendría pérdida de poder adquisitivo.

Por lo tanto, se desea que el saldo de cuentas por cobrar se rote razonablemente, de tal manera que no implique costos financieros muy altos pero permita usar el crédito como estrategia de ventas.

$$- \text{ROTACION DE CARTERA (DIAS)} = \frac{\text{Cuentas por cobrar promedio} \times 360}{\text{Ventas}}$$

Al retomar los estados financieros de EMPRESA S.A. y aplicar la razón se tendría, para 1992:

	Año2
Cuentas por cobrar (Promedio)x360	\$709,492x360
Ventas totales	\$3,992,758
Rotación cartera (días)	63.97

Es decir que, en promedio, EMPRESA S.A. cobra sus cuentas por cobrar (las convierte en dinero en efectivo) en 64 días aproximadamente, o sea, que las rota unas 5.7 veces en el período.

Aquí también se considera que un alto número de veces de rotación de la cartera es un indicio de una acertada política de crédito, que impide la congelación de fondos en cuentas por cobrar. Para algunas firmas, esta no es la situación típica. Normalmente la rotación de cartera se encuentra en cifras de 6 a 12 veces al año (60 a 30 días de período de cobro). Se debe recordar que el crédito (las cuentas

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

por cobrar) es un instrumento de mercadeo y que no es fácil tener productos que se puedan vender únicamente de contado o a muy corto plazo de crédito.

Rotación de los inventarios

Este indicador permite evaluar las políticas financieras que la empresa esté aplicando en su operación. Cuantifica el tiempo que tarda la inversión hecha en inventarios en convertirse en dinero, y permite saber el número de veces que esta inversión va al mercado en un año, y cuántas veces se repone.

Aquí conviene recordar que existen varios tipos de inventarios. Si la unidad económica transforma materia prima tendrá tres tipos de inventario: el de materia prima, el de productos en proceso y el de productos terminados. Si la empresa se dedica al comercio, existirá un sólo tipo de inventario, denominado contablemente como mercancías.

$$-ROTACION DE INVENTARIOS(DIAS) = \frac{Inventario\ promedio \times 360}{Costo\ de\ ventas}$$

Al aplicar este índice sobre los datos contables de EMPRESA S.A. presentados anteriormente, se tiene:

	Año2
Inventarios(promedio)x360	\$1,281,844x360
Costo de ventas	\$2,680,298
Rotación inventarios (días)	172.17

Si se quiere convertir el número de días en número de veces que la inversión mantenida en productos terminados va al mercado, se divide a 360 (período utilizado) por el número de días que rota, o sea que, en este caso, el número de veces que rota es 2.09.

La lectura del índice sería la siguiente: los inventarios en EMPRESA S.A. cada 172.17 días van al mercado, lo cual muestra una baja rotación de esta inversión. A mayor rotación, mayor movilidad del capital invertido en inventarios y más rápida la recuperación de la utilidad que tiene cada unidad de producto terminado. Para calcular la rotación del inventario de materia prima, producto terminado y en proceso, se procede de igual forma.

En la realidad empresarial se encuentran algunas prácticas financieras que se relacionan con el inventario. Así, algunos empresarios consideran que "lo mejor es comprar inventarios". Otros prefieren trabajar sobre pedidos, con lo cual su rotación es máxima (no arriesga capital en materiales); el inventario tanto de materia prima, como de productos terminados debe ser cero. También se considera que, a veces, el empresario tiene dificultades de dinero o restricciones de capital de trabajo, para adquirir la materia prima que usa. Hay varias causas; por ejemplo, en un negocio de alto y rápido desarrollo tecnológico, puede ser inconveniente mantener inventarios altos, a menos que se prevea con relativa

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

certeza que se puede vender rápidamente ese activo. Así mismo, para productos muy perecederos, también puede ser inconveniente mantener altos volúmenes de inventario. Por otro lado, es posible también especular con el inventario si se prevén alzas inmediatas de precios o escasez relativa del producto.

Si la empresa está dedicada a la actividad comercial, medirá la rotación de su único inventario o sea, las mercancías para la venta.

Período promedio de pago a proveedores

Este es otro indicador que permite obtener indicios del comportamiento del capital de trabajo. Mide específicamente el número de días que la firma se tarda en pagar los créditos que los proveedores le han otorgado.

Una práctica usual es buscar que el número de días de pago sea mayor, aunque debe tenerse cuidado de no afectar su imagen de "buena paga" con sus proveedores de materia prima. En épocas inflacionarias, debe descargarse parte de la pérdida de poder adquisitivo del dinero en los proveedores, comprándoles a crédito.

Su fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\frac{\text{Cuentas x pagar (Promedio)} \times 360}{\text{Compras a proveedores}}$$

	Año2
Cuentas x pagar (Promedio)x360	\$142,610x360
Compras a proveedores	\$2,680,198
Período promedio de pago a proveedores (días)	19.15

O sea que se rota 19.15 veces al año.

Aquí hay un supuesto que, para cada caso, debe revisarse y es que las cuentas por cobrar están asociadas únicamente al costo de ventas. Es posible que, en la realidad, sea necesario modificar esto e incluir los gastos administrativos. En el caso concreto del ejemplo, se hace una aproximación en el sentido de que el costo de ventas es igual a las compras, lo cual no siempre es cierto.

Esta razón tiene que interpretarse en manera opuesta a como se ha hecho en el caso de cuentas por cobrar e inventarios; es decir, lo ideal es obtener una razón lenta (es decir 1, 2 ó 4 veces al año), pues esto significa que EMPRESA S.A. está aprovechando al máximo el crédito que le ofrecen sus proveedores de materia prima.

En el ejemplo, el caso es al contrario, o sea que no está aprovechando el crédito con el proveedor, bajo el supuesto de que éste otorga un crédito mayor de 20 días.

Las razones de endeudamiento

Estos indicadores permiten conocer qué tan estable o consolidada se muestra la empresa, observándola en términos de la composición de los pasivos y su peso relativo respecto al capital y al patrimonio.

Se mide también el riesgo que corre quién ofrece financiación adicional a una empresa, y determina igualmente quién ha hecho el mayor esfuerzo en aportar los fondos que se han invertido en los activos: si lo ha hecho el dueño, o si es un esfuerzo de "terceros". Muestra el porcentaje de fondos totales que han sido proporcionados, bien sea a corto o mediano plazo.

Para la entidad crediticia (el banquero), lo importante es establecer estándares con los cuales pueda medir el endeudamiento y poder hablar, entonces, de un alto o bajo porcentaje. Sin embargo, el analista debe tener claro que el endeudamiento es **un problema de flujo de efectivo**, y que el riesgo de endeudarse consiste en la habilidad que tenga o no la administración de la empresa para generar los fondos necesarios y suficientes para pagar las deudas a medida que se van venciendo.

Las razones más utilizadas son la **estructura de capital**, el **endeudamiento**, las **veces que se ganan los intereses pagados** y la **cobertura de gastos fijos**:

ENDEUDAMIENTO O APALANCAMIENTO

$$-ESTRUCTURA DE CAPITAL = \frac{\text{Pasivo total}}{\text{Patrimonio}}$$

$$-ENDEUDAMIENTO = \frac{\text{Pasivo total}}{\text{Activo total}}$$

Las empresas obtienen sus recursos de inversión en activos de varias fuentes. Una de ellas es la deuda o pasivos. Por efecto del riesgo y de los impuestos, la deuda puede ser una fuente de financiación de la actividad de la firma de bajo costo relativo. Como toda firma emprende proyectos que le produzcan más de lo que le cuestan los fondos y, a su vez, por la misma razón de riesgo, el costo de los fondos aportados por los accionistas es mayor que el de la deuda, entonces al endeudarse ocurre un fenómeno conocido como apalancamiento. Esto es, que los beneficios que produce una firma se reparten entre quienes aportan los recursos y, al ser la deuda menos costosa que el patrimonio, hay una diferencia entre rentabilidad y costo que no va al acreedor, sino al dueño que se apropia de ella. Esto aumenta -apalanca- la rentabilidad del dueño. Por eso se llama apalancamiento.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Estructura de capital

Se obtiene dividiendo el total del pasivo por el valor total del patrimonio. Matemáticamente se expresa así:

$$\text{Estructura del Capital} = EC = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Patrimonio}}$$

Endeudamiento

Es el porcentaje de fondos totales que han sido proporcionado por los acreedores, bien sea en el corto o largo plazo, para invertir en activos.

$$\text{RAZON DE ENDEUDAMIENTO} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}}$$

Para el caso de EMPRESA S.A., esta razón es igual a:

	Año2	Año1
Pasivo total	\$1,454,859	\$1,411,504
Activo total	\$3,251,480	\$3,149,748
Endeudamiento	44.74%	44.81%

Lo anterior significa que, para el Año2, el 44.74% de los activos totales se encuentra financiado por los acreedores y que si se liquidaran los activos totales al precio que aparece en libros sobraría el 55.26% de su valor, después de pagar las deudas vigentes.

Veces que se gana los intereses pagados

Una de las variables que observa una entidad crediticia es la capacidad de pago de la firma que solicita financiación. Una forma de medirla es comparar la utilidad operacional con los intereses que debe pagar y esto proyecta una idea de la capacidad de pago del solicitante.

$$-\text{VECES QUE SE GANA LOS INTERESES PAGADOS} = \frac{\text{Utilidad antes de intereses}}{\text{Intereses pagados}}$$

	Año2	Año1
Utilidad antes de intereses	\$399,556	\$380,328
Intereses	\$85,274	\$69,764
Veces que se gana el Interés	4.69	5.45

En este caso, todos los otros gastos corresponden a gastos financieros.

Observaciones para el buen uso de estas razones

Al utilizar este tipo de razones, se presenta claramente la contradicción entre el punto de vista del banquero y el punto de vista del dueño de la empresa. Lo que para el dueño es "bueno" (que la inversión la financien terceros en mayor porcentaje), es negativo para el banquero (que piensa que el riesgo es mayor, en la medida en que la financiación provenga más de terceros que del propio dueño, y que, por lo tanto, otorgarle crédito adicional puede ser peligroso). Por ello, cuando se aborde su aplicación e interpretación, debe aclararse previamente desde qué posición se hace el análisis.

La razón de endeudamiento trata al pasivo como un agregado total, sin que se obtenga información alguna de qué porcentaje representa a corto y a largo plazo. La razón de estructura de capital presenta el problema de que, a medida que se va amortizando la deuda de largo plazo, esta razón va disminuyendo, pero, sin embargo, las salidas de caja por amortización se mantienen iguales, hasta que la deuda no se haya cancelado totalmente.

Las razones de rentabilidad

Estas razones miden el rendimiento de la empresa en relación con sus ventas, activos o capital. Es importante conocer estas cifras, pues la empresa necesita producir utilidad para poder existir. Estos indicadores son de mucho uso, puesto que proporcionan orientaciones importantes para dueños, banqueros y asesores, pues relacionan directamente la capacidad de generar fondos en la operación de corto plazo de la empresa. Todos los indicadores están diseñados para evaluar si la utilidad que se produce en cada período es suficiente y razonable, como condición necesaria para que el negocio siga marchando.

Cuando estos indicadores reflejen cifras negativas, estarán representando la etapa de desacumulación que la empresa está atravesando y que afectará toda su estructura al exigir mayores costos financieros o un mayor esfuerzo de los dueños, si se quiere seguir manteniendo el negocio.

Los indicadores de rentabilidad son muy variados; los más importantes y que se estudian aquí son: **rentabilidad sobre el patrimonio, rentabilidad sobre activos totales y margen neto sobre ventas.**

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

RENTABILIDAD

$$- \text{RENTABILIDAD SOBRE PATRIMONIO} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

$$- \text{RENTABILIDAD SOBRE ACTIVOS TOTALES} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activos Totales}}$$

$$- \text{MARGEN NETO SOBRE VENTAS} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas netas}}$$

Rendimiento sobre el patrimonio

Esta razón se obtiene dividiendo las utilidades finales entre el patrimonio neto de la empresa. Es una cierta medida de la rentabilidad de los fondos aportados por el inversionista.

$$\text{RENDIMIENTO SOBRE EL PATRIMONIO} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

Para EMPRESA S.A. esta razón daría la siguiente información:

	Año2	Año1
Utilidad	\$15 0,574	\$138,118
Total patrimonio	\$1,796,621	\$1,738,244
Rentabilidad Sobre el patrimonio	8.38%	7.95%

Esto significa que, por cada peso que el dueño mantiene en el Año2 en la empresa, genera 8.38 centavos a su favor. Está midiendo la capacidad de la empresa para generar utilidad a favor del propietario.

Rendimiento sobre la inversión

Se obtiene dividiendo la utilidad neta entre los activos totales de la empresa, para determinar la efectividad total de la administración y producir utilidades sobre los activos totales disponibles. Es una medida de la rentabilidad del negocio como proyecto independiente de los accionistas

$$\text{RENDIMIENTO SOBRE LA INVERSION} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Activo Total}}$$

Para el ejemplo EMPRESA S.A., esta razón es la siguiente

	Año2	Año1
Utilidad	\$150,574	\$138,118
Total activos	\$3,251,480	\$3,149,748

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Rendimiento Sobre la inversión	4.63%	4.39%
--------------------------------	-------	-------

Esto es, que cada peso invertido en el Año2 en los activos de EMPRESA S.A. generó un rendimiento de 4.63 centavos ese año. Obviamente, el ideal sería que estos indicadores fueran lo más altos posibles, pues estarían mostrando un mayor rendimiento, tanto del esfuerzo hecho en la venta en un período, como del dinero invertido en activos.

Margen neto de utilidad

Esta razón relaciona la utilidad líquida con el nivel de las ventas netas.

$$MARGEN\ NETO\ DE\ UTILIDAD = \frac{Utilidad\ neta}{Ventas\ netas}$$

Para el caso de EMPRESA S.A., se tiene que el resultado de aplicar este indicador será el siguiente:

	Año2	Año1
Utilidad	\$150,574	\$138,118
Ventas netas	\$3,992,758	\$3,721,241
Margen neto de utilidad	3.77%	3.71%

Esto quiere decir que, en el Año2, por cada peso que vendió EMPRESA S.A., se obtuvo una utilidad de 3.77 centavos; con este dato se puede evaluar si el esfuerzo invertido en la operación durante el período de análisis está produciendo una adecuada retribución para el dueño del negocio.

Análisis Dupont

Muchas veces se pregunta un analista sobre los bajos márgenes netos sobre ventas. Esto puede distorsionar el análisis. Es necesario combinar esa razón con otra para tener una adecuada visión de la situación financiera de la firma. Esto se conoce como análisis Dupont. Combina el margen neto con la rotación de activos y se obtiene el rendimiento sobre los activos. Este análisis trata de ser integral, porque en esas dos razones se condensan, por así decirlo, todas las operaciones de la firma.

$$Dupont = \frac{Utilidad\ neta}{Ventas\ netas} \times \frac{Ventas\ netas}{Activos\ totales} = \frac{Utilidad\ neta}{Activos\ totales}$$

Observaciones para el buen uso de estas razones

Un obstáculo serio de estos indicadores, es que comparan pesos de diferentes años, que tienen diferente poder adquisitivo. Así, en la razón de rendimiento de la inversión, la utilidad final está expresada en pesos de hoy, mientras que los activos totales (principalmente activos fijos e inventarios), están en pesos de diferentes años y con diferente poder adquisitivo. Estos indicadores permiten a la

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

empresa calcular si el dinero invertido está produciendo un rendimiento satisfactorio, pero con la salvedad del párrafo anterior.

Sin embargo, a pesar del uso generalizado que se le da a estas razones financieras, hay que precisar que tienen implícito un error: comparan la utilidad que se desea evaluar con una suma que contiene esa misma utilidad. Por ejemplo, al calcular el rendimiento sobre el patrimonio, se divide la utilidad del año por el patrimonio del final del mismo año, que ya tiene incluida la utilidad obtenida ese año como utilidad por repartir. En estos casos, es mejor calcular esos indicadores con el patrimonio o los activos del año anterior.

Sobra decir que estas razones no son las únicas. A continuación se presentan las razones o indicadores financieros que utiliza un banco colombiano para analizar a sus clientes.

NOMBRE	RELACIÓN	TIPO
1. - capital de trabajo	Activo corriente menos pasivo corriente	Liquidez
2. - razón corriente	Activo corriente dividido por pasivo corriente	Liquidez
3. - días período de cobro	Cuentas por cobrar por el número de días del periodo analizado dividido por las ventas totales	Actividad
4. - días inventario	Inventarios por el número de días del período analizado, dividido por el costo de ventas	Actividad
5. - capacidad de pago	Valor de los inventarios por el número de veces que rota el inventario en el año, más las cuentas por cobrar, menos los pasivos corrientes	Liquidez
6. - número de veces que se cubre el interés	Utilidad operacional dividida por gastos financieros	Apalancamiento
7. - endeudamiento sin valorización	Total pasivos, dividido por total de activos sin valorización	Apalancamiento
8. - endeudamiento con valorización	Total pasivos, dividido por total de activos con valorización	Apalancamiento
9. - rentabilidad activos	Utilidad neta, dividida por total activos	Rentabilidad
10. - rentabilidad patrimonio	Utilidad neta, dividida por total del patrimonio	Rentabilidad
11. - apalancamiento financiero	Obligaciones financieras, divididas por total del pasivo	Apalancamiento
12. - apalancamiento operativo	Utilidad bruta, dividida por la utilidad operacional	Apalancamiento

TALLER DE FINANZAS APLICADAS

Una de las principales habilidades reconocidas en los ingenieros industriales es la utilización de distintos tipos de herramientas en los procesos de toma de decisiones dentro de las organizaciones. Esta habilidad se combina con el “buen sentido” que provee el conocimiento del entorno donde se desenvuelven estas organizaciones y la manera como esta influencia repercute en su desempeño.

Las herramientas de análisis financiero son un ejemplo bastante claro de esta situación. Las posibilidades de análisis incluyen diferentes alternativas y por lo tanto las decisiones se pueden ir modificando, dependiendo de la perspectiva que se esté analizando. La salud de una empresa se comienza a estudiar por medio del análisis financiero y es de mucha importancia familiarizarse con las diferentes razones financieras, la interpretación que cada una de ellas tiene y el comportamiento que en ocasiones depende del sector económico en el cual se encuentra la empresa. No es lo mismo la rentabilidad de un banco que la de un almacén de gran superficie.

En gran variedad de ocasiones el Ingeniero Industrial debe analizar una empresa, recomendar la inversión en una empresa, valorar una empresa o invertir en la misma.

A continuación usted encontrará información relevante para realizar un análisis, relacionado con el sector de la prestación del servicio de Televisión.

Información del sector

En Colombia operan: dos canales privados (RCN S.A. y CARACOL S.A.), siete canales regionales públicos ubicados en la isla de San Andrés y Providencia (Teleislas), la Costa Caribe (Telecaribe), la región de Norte de Santander y la frontera con Venezuela (Televisión Regional de Oriente –TRO), la región Central Cafetera (Telecafé), Antioquia (Teleantioquia), la zona central y antiguos Territorios Nacionales (TV Andina – Canal 13), Costa Pacífica (Telepacífico) y en Bogotá, la capital del país (Canal Capital). Existe un único canal privado de cubrimiento local (City TV), operado por la Casa Editorial de El Tiempo. Existe un cuarto canal de televisión abierta comercial (Canal 1), operado por el Estado, programado por concesionarios particulares (en este momento, cuatro concesionarios), quienes pagan al Estado el alquiler por la frecuencia del canal. También existe un canal llamado Señal Colombia Institucional, canal del Estado, por medio del cual se pretende fomentar la educación en democracia y cultura ciudadana.

Colombia tiene un número no determinado, pero probablemente superior a los 300 canales de televisión local comunitaria sin ánimo de lucro, y en tres regiones del país funcionan canales universitarios, conformados por consorcios de cuatro o más universidades. A pesar de la aparente variedad de opciones, la realidad de la audiencia, y por tanto del negocio y de la influencia, es bien distinta. Con la Ley 335 de 1997 se autoriza la creación de canales privados los

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

cuales empiezan a operar en 1998. Lo que aquí ocurre es que se privatiza también la infraestructura. La concesión inicial permite la creación de dos canales privados de alcance nacional, RCN y Caracol, y un canal regional en Bogotá, City TV.

Proceso de toma de decisiones:

Al final del cuestionario encuentra los estados financieros de CARACOL TELEVISIÓN Y RCN TELEVISIÓN para los años 2009 y 2010. V % y H % son los porcentajes Vertical y Horizontal respectivamente. Las cifras se encuentran en millones de pesos.

1. Uno de los primeros criterios para tomar una decisión de inversión es el comportamiento de las **VENTAS** en la empresa, tanto en dinero como en crecimiento de un periodo a otro. Si usted como inversionista no dispone de información adicional, ¿en cuál de las dos empresas invertiría? Justifique su respuesta.

2. Como un punto de referencia adicional, los inversionistas observan la rentabilidad de las empresas desde diferentes puntos de vista:

- *Rentabilidad sobre los activos (ROA, Return on Assets en Inglés):* Se obtiene de dividir la utilidad neta en los activos totales e indica el nivel de utilidades (en pesos) que genera cada peso invertido en los activos de la empresa. Se expresa como un porcentaje, al igual que las siguientes.
- *Rentabilidad sobre las ventas:* Se obtiene de dividir la utilidad neta sobre las ventas totales e indica que por cada peso que vende o factura la empresa, cuánto dinero se genera en utilidades.
- *Rentabilidad sobre el patrimonio (ROE, Return on Equity en Inglés):* Se obtiene de dividir la utilidad neta en el patrimonio total e indica que por cada peso que los accionistas tienen invertido en la empresa, cuánto dinero en utilidades se está generando.

Interprete claramente los resultados obtenidos con base en la definición de cada uno de los indicadores. Si usted dispone **Únicamente** de esta información, ¿en cuál de las dos empresas invertiría? Justifique su respuesta para cada indicador.

3. Desafortunadamente, la rentabilidad no es el único elemento que se debe tener en cuenta dentro de un proceso de decisiones de inversión. Es necesario conocer otros aspectos de la compañía, relacionados con el manejo financiero del negocio y tratar de esclarecer las políticas que los directivos tiene en este sentido: prefieren tomar créditos con bancos o proveedores, en

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

vez de pedir aportes a los accionistas; prefieren tomar créditos a corto o largo plazo, etc.

Se esperaría que en una empresa los dineros que ingresen en el corto plazo alcancen a cubrir las obligaciones de corto plazo, de modo que no se tengan posibles complicaciones por falta de liquidez. *La Razón Corriente* proporciona información sobre el nivel de cubrimiento de las obligaciones que están próximas a cumplirse. Se obtiene de dividir el total del activo corriente entre el total del pasivo corriente e indica cuanto activo corriente tiene la empresa para cubrir o respaldar los pasivos exigibles a corto plazo. Es decir, por cada peso que me deben, cuantos pesos debo. Se expresa como un número y es altamente deseable que su valor sea mayor que uno (1.0).

Interprete claramente los resultados obtenidos con base en la definición del indicador. Si usted dispone **Únicamente** de esta información, ¿en cuál de las dos empresas invertiría? Justifique su respuesta.

4. Por otro lado, observar los niveles de endeudamiento es otro de los aspectos considerados dentro del proceso de decisiones de inversión. Por este motivo se analiza desde distintos puntos de vista como:

- *Razón de endeudamiento*: Se obtiene de dividir el total de pasivos entre el total de activos e indica que por cada peso que se tiene en activos, cuanto se está debiendo a terceros.
- *Apalancamiento (Leverage en Inglés)*: Se obtiene al dividir el total del pasivo por el total del patrimonio. Se habla de "que tan apalancada está la empresa"; es decir, cual es el nivel de deuda en relación al patrimonio de los propietarios.

Interprete claramente los resultados obtenidos con base en la definición de cada uno de los indicadores. Si usted dispone **Únicamente** de esta información, ¿en cuál de las dos empresas invertiría? Justifique su respuesta.

5. Un Ingeniero Industrial como analista financiero tiene en cuenta estos y muchos otros aspectos al momento de tomar sus decisiones. Utilizando la información disponible en cada uno de los numerales anteriores, ¿Cuál es su decisión definitiva? Justifique su respuesta.

Anexo 1: Estado de Pérdidas y Ganancias

EMPRESA	RCN Televisión					Caracol Televisión				
P&G Historico	2009		2010			2009		2010		
	365 días	V%	365 días	V%	H%	365 días	V%	365 días	V%	H%
Ventas	\$ 3.065.978	100%	\$ 3.676.059	100%	20%	\$ 2.278.946	100%	\$ 1.907.514	100%	-16%
Costo de venta	\$ 1.540.794	50%	\$ 1.921.948	52%	25%	\$ 1.041.685	46%	\$ 820.494	43%	-21%
Depreciación	\$ 41.272	1%	\$ 26.109	1%	-37%	\$ 32.446	1%	\$ 27.869	1%	-14%
Utilidad Bruta	\$ 1.483.913	48%	\$ 1.728.001	47%	16%	\$ 1.204.815	53%	\$ 1.059.151	56%	-12%
Gastos de Administracion	\$ 842.038	27%	\$ 863.848	23%	3%	\$ 741.869	33%	\$ 583.734	31%	-21%
Gastos de Ventas	\$ 469.866	15%	\$ 537.302	15%	14%	\$ 363.760	16%	\$ 306.768	16%	-16%
Utilidad Operacional	\$ 172.009	6%	\$ 326.851	9%	90%	\$ 99.187	4%	\$ 168.649	9%	70%
No Operacionales		0%		0%			0%		0%	
Total Ingresos No Operacionales	\$ 333.067	11%	\$ 200.073	5%	-40%	\$ 371.236	16%	\$ 138.866	7%	-63%
Gastos Financieros y Otros No operacionales	\$ 351.295	11%	\$ 234.162	6%	-33%	\$ 372.159	16%	\$ 178.212	9%	-52%
Correccion Monetaria	\$ -	0%	\$ -	0%		\$ -	0%	\$ 11.638	1%	
Utilidad Antes de Impuestos	\$ 151.001	5%	\$ 292.762	8%	94%	\$ 55.757	2%	\$ 140.941	7%	153%
Impuesto de Renta	\$ 66.233	2%	\$ 36.785	1%	-44%	\$ 48.840	2%	\$ 36.017	2%	-26%
Utilidad Neta	\$ 83.183	3%	\$ 255.976	7%	208%	\$ 4.005	0%	\$ 103.349	5%	2480%

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Anexo 2: Balance General

EMPRESA	RCN Televisión				Caracol Televisión			
	2009		2010		2009		2010	
	365 días	Δ%	365 días	Δ%	365 días	Δ%	365 días	Δ%
Balance General Historico								
Activo Corriente								
Caja y Bancos	\$ 46.189	5%	\$ 72.777	9%	\$ 26.655	3%	\$ 19.918	2%
Inversiones Temporales	\$ 6.050	1%	\$ 6.415	1%	\$ 34.668	3%	\$ 12.264	1%
Clientes	\$ 114.624	13%	\$ 118.721	14%	\$ 77.274	8%	\$ 98.541	10%
- Provisiones	\$ 9.882	1%	\$ 8.335	1%	\$ 591	0%	\$ 1.135	0%
Deudores Comerciales	\$ 104.741	12%	\$ 110.386	13%	\$ 77.308	8%	\$ 98.923	10%
Inventario	\$ 111.488	13%	\$ 77.892	9%	\$ 45.156	4%	\$ 88.100	9%
Otros Deudores	\$ 73.739	8%	\$ 41.750	5%	\$ 54.391	5%	\$ 15.696	2%
Diferidos	\$ 3.441	0%	\$ 7.244	1%	\$ 2.262	0%	\$ 2.091	0%
ACTIVO CORRIENTE	\$ 345.650	39%	\$ 316.465	37%	\$ 243.720	24%	\$ 236.991	25%
Activo Fijo								
Activos Fijos	\$ 144.919	17%	\$ 155.025	18%	\$ 168.011	17%	\$ 166.755	17%
Intangibles (Neto)	\$ 232.474	27%	\$ 244.378	29%	\$ 126.018	13%	\$ 91.445	10%
Inversiones	\$ 16.230	2%	\$ 16.464	2%	\$ 238.831	24%	\$ 216.880	23%
Deudores LP	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ 24.956	2%	\$ 22.114	2%
Diferidos	\$ 2.479	0%	\$ 3.348	0%	\$ -	0%	\$ -	0%
Otros Activos Largo Plazo	\$ 7.620	1%	\$ 244	0%	\$ 201	0%	\$ 201	0%
Valorizaciones	\$ 126.118	14%	\$ 119.246	14%	\$ 205.243	20%	\$ 221.333	23%
Total Activos LP	\$ 529.842	61%	\$ 538.708	63%	\$ 763.262	76%	\$ 718.728	75%
TOTAL ACTIVO	\$ 875.493	100%	\$ 855.173	100%	\$ 1.006.982	100%	\$ 955.720	100%
Pasivo Corriente								
Obligaciones Financieras	\$ 18.125	2%	\$ 68.875	8%	\$ -	0%	\$ 63	0%
Bonos y Papeles Comerciales	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%
Proveedores	\$ 5.010	1%	\$ 5.440	1%	\$ 7.479	1%	\$ 6.230	1%
Cuentas por Pagar CP	\$ 62.557	7%	\$ 69.825	8%	\$ 66.547	7%	\$ 85.700	9%
Impuestos por Pagar	\$ 7.743	1%	\$ 20.765	2%	\$ 4.897	0%	\$ 24.115	3%
Obligaciones Laborales	\$ 6.101	1%	\$ 6.286	1%	\$ 4.373	0%	\$ 4.739	0%
Estimados y Provisiones	\$ 18.705	2%	\$ 22.940	3%	\$ 3.076	0%	\$ 1.579	0%
Pasivos Diferidos	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ 4.851	0%	\$ 4.176	0%
Otros Pasivos Corto Plazo	\$ 2.941	0%	\$ 4.727	1%	\$ 577	0%	\$ 635	0%
Total Pasivo Corriente	\$ 121.182	14%	\$ 198.858	23%	\$ 91.799	9%	\$ 127.235	13%
Pasivo a Largo Plazo								
Obligaciones Financieras (LP)	\$ 126.875	14%	\$ -	0%	\$ 299.873	30%	\$ 186.957	20%
Bonos y Papeles Comerciales (LP)	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%
Cuentas por Pagar LP	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%
Diferidos LP	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ -	0%
Otros Pasivos LP	\$ -	0%	\$ 15.065	2%	\$ -	0%	\$ 11.371	1%
Pasivo Largo Plazo	\$ 126.875	14%	\$ 15.065	2%	\$ 299.873	30%	\$ 198.328	21%
TOTAL PASIVO	\$ 248.057	28%	\$ 213.923	25%	\$ 391.673	39%	\$ 325.564	34%
Patrimonio				0%				
Capital	\$ 12.000	1%	\$ 12.000	1%	\$ 12.271	1%	\$ 12.271	1%
Superavit de Capital	\$ 185.262	21%	\$ 185.262	22%	\$ 201.894	20%	\$ 207.510	22%
Superavit de Valorizaciones	\$ 126.118	14%	\$ 119.246	14%	\$ 205.243	20%	\$ 221.333	23%
Reservas de Capital	\$ 157.362	18%	\$ 202.774	24%	\$ 11.256	1%	\$ 10.633	1%
Revalorizacion del Patrimonio	\$ 101.280	12%	\$ 71.153	8%	\$ 157.780	16%	\$ 135.039	14%
Utilidades Retenidas	\$ -	0%	\$ -	0%	\$ 26.865	3%	\$ 43.370	5%
Utilidades del Ejercicio	\$ 45.412	5%	\$ 50.813	6%	\$ -	0%	\$ -	0%
Total Patrimonio Neto	\$ 627.435	72%	\$ 641.250	75%	\$ 615.309	61%	\$ 630.156	66%
Total Pasivo y Patrimonio	\$ 875.493	100%	\$ 855.173	100%	\$ 1.006.982	100%	\$ 955.720	100%

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

TALLER

Existen tres ensambladoras que se encargan de la producción de vehículos en Colombia: General Motors Colmotores, Sofasa (Renault) y Compañía Colombiana Automotriz (Mazda). Las demás marcas son importadas principalmente de Corea del Sur, México, India, Japón, Ecuador, China y Estados Unidos.

Usted posee \$500 Millones de pesos colombianos para realizar una inversión en una de las empresas del sector de ensamblaje automotriz en Colombia mencionada anteriormente. Por este motivo, teniendo en cuenta los estados financieros de cada compañía⁷⁴, y a partir del análisis financiero que realice; usted debe tomar la decisión de escoger la empresa más adecuada para hacer su inversión. Para esto usted debe realizar los siguientes pasos:

- a. Calcular la razón de rentabilidad de cada una de las empresas desde diferentes puntos de vista:

	<i>Sofasa</i>	<i>GM Colmotores</i>	<i>Mazda</i>
Rentabilidad sobre el patrimonio			
Rentabilidad sobre la inversión			
Margen neto de utilidad			

- b. Calcular la razón solvencia o liquidez de cada una de las empresas desde diferentes puntos de vista:

	<i>Sofasa</i>	<i>GM Colmotores</i>	<i>Mazda</i>
Razón corriente			
Prueba ácida			

- c. Calcular los niveles de apalancamiento financiero. Por este motivo se analiza desde distintos puntos de vista como:

	<i>Sofasa</i>	<i>GM Colmotores</i>	<i>Mazda</i>
Razón de endeudamiento			
Estructura de capital			

⁷⁴ Estados financieros tomados de la base de datos Gestor comercial y de crédito - Universidad de los Andes

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- d. Utilizando la información disponible en cada uno de los numerales anteriores, comente en cuál de las tres empresas invertiría. Justifique su respuesta utilizando como argumento las razones financieras que consideró.

BALANCE GENERAL	Sofasa		GM Colmotores		Mazda	
	Cifras en Millones de Pesos	Dic. 31 2012	v%	Dic. 31 2012	v%	Dic. 31 2012
Disponible (caja)	87.059,5	10,8%	139.111,8	10,0%	55.981,5	12,4%
Inversiones	27,0	0,0%	646,8	0,0%	49,9	0,0%
Deudores Comerciales	50.964,5	6,3%	64.609,6	4,7%	2.215,7	0,5%
Total Otros Deudores	103.146,0	12,8%	37.762,8	2,7%	13.653,1	3,0%
Inventarios	216.277,7	26,8%	676.977,8	48,8%	113.207,4	25,0%
Subtotal Diferido	361,6	0,0%	13.715,5	1,0%	10.302,9	2,3%
Total Activo Corriente	457.836,3	56,7%	932.824,3	67,2%	195.410,5	43,1%
Inversiones	186.083,4	23,0%	85.604,0	6,2%	74.639,0	16,5%
Deudores LP	2.960,8	0,4%	1.077,6	0,1%	43.425,9	9,6%
Propiedades Planta y Equipo	120.651,7	14,9%	180.303,2	13,0%	18.715,0	4,1%
Diferidos LP	18.761,4	2,3%	17.241,8	1,2%	-	0,0%
Otros Activos LP	-	0,0%	746,5	0,1%	-	0,0%
Valorizaciones	21.314,9	2,6%	169.312,8	12,2%	120.786,0	26,7%
Total Activo No Corriente	349.772,3	43,3%	454.285,9	32,8%	257.565,9	56,9%
TOTAL ACTIVO	807.608,6	100,0%	1.387.110,3	100,0%	452.976,4	100,0%
Obligaciones Financieras	109.568,5	13,6%	-	0,0%	-	0,0%
Proveedores	181.402,1	22,5%	601.583,0	43,4%	19.560,1	4,3%
Costos y Gastos por Pagar	139,0	0,0%	31.128,0	2,2%	11.098,7	2,5%
Diferidos	-	0,0%	349,0	0,0%	-	0,0%
Otros pasivos	91.069,9	11,3%	239.616,9	17,3%	49.176,4	10,9%
Total Pasivo Corriente	382.179,5	47,3%	872.676,9	62,9%	79.835,2	17,6%
Obligaciones Financieras LP	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Cuentas por Pagar LP	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Impuestos Gravámenes y Tasas LP	-	0,0%	6.406,5	0,5%	5.195,5	1,1%
Obligaciones Laborales LP	469,8	0,1%	-	0,0%	674,1	0,1%
Pasivos Estimados y Provisiones LP	36.494,2	4,5%	49.981,6	3,6%	-	0,0%
Diferidos LP	6.201,7	0,8%	16.943,9	1,2%	-	0,0%
Otros Pasivos LP	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Pasivo no Corriente	43.165,8	5,3%	73.332,0	5,3%	5.869,6	1,3%
Total Pasivo	425.345,3	52,7%	946.008,9	68,2%	85.704,8	18,9%
Capital Social	3.428,4	0,4%	1.105,1	0,1%	5.800,0	1,3%
Superávit de Capital	214.269,7	26,5%	9.958,9	0,7%	7.178,2	1,6%
Reservas	86.119,2	10,7%	100.487,1	7,2%	126.955,5	28,0%
Revalorización del Patrimonio	53.388,5	6,6%	152.405,2	11,0%	94.644,0	20,9%
Resultados del Ejercicio	117.881,7	14,6%	7.832,3	0,6%	11.907,8	2,6%
Resultados de Ejercicios Anteriores	-114.138,9	-14,1%	-	0,0%	-	0,0%
Superávit por Valorizaciones	21.314,9	2,6%	169.312,8	12,2%	120.786,0	26,7%
Total Patrimonio	382.263,4	47,3%	441.101,3	31,8%	367.271,7	81,1%
Total Pasivo y Patrimonio	807.608,6	100,0%	1.387.110,3	100,0%	452.976,4	100,0%

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

P & G	Sofasa		GM Colmotores		Mazda	
Cifras en Millones de Pesos	Dic. 31 2012	V%	Dic. 31 2012	V%	Dic. 31 2012	V%
Ventas	2.180.179,7	100,0%	3.017.282,7	100,0%	475.270,7	100,0%
Costo de Ventas	1.713.860,3	78,6%	2.636.028,9	87,4%	415.890,4	87,5%
Depreciación		0,0%		0,0%		0,0%
Utilidad Bruta	466.319,5	21,4%	381.253,8	12,6%	59.380,3	12,5%
Gastos Operacionales de Administración	21.075,5	1,0%	69.408,9	2,3%	17.239,0	3,6%
Gastos Operacionales de Ventas	329.969,0	15,1%	139.875,5	4,6%	27.937,4	5,9%
Utilidad Operacional	115.275,0	5,3%	171.969,4	5,7%	14.203,8	3,0%
Ingresos no Operacionales	35.209,5	1,6%	153.965,1	5,1%	62.938,7	13,2%
Gastos no Operacionales	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Gastos Financieros	32.602,9	1,5%	316.044,6	10,5%	61.743,3	13,0%
Utilidad antes de impuestos	117.881,7	5,4%	9.890,0	0,3%	15.399,3	3,2%
Impuesto de Renta y Complementarios	-	0,0%	2.057,7	0,1%	3.491,5	0,7%
Utilidad Neta	117.881,7	5,4%	7.832,3	0,3%	11.907,8	2,5%

Referencias

Bolten, S. E. *Administración Financiera*, Limusa, México, 1981

Purcell, Jr, W.R. *Cómo comprender las finanzas de una compañía*, Editorial Norma, Bogotá, 1984

Van Horne, J. C. *Financial Management and Policy*, 11th ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1998

Velez, I y R. Dávila. Material utilizado en el curso de Finanzas de los autores. Universidad Javeriana, sin publicar, 2004.

CAPÍTULO 13. LAS ORGANIZACIONES⁷⁵ *Catalina Colmenares⁷⁶*

Desde el comienzo de la vida en sociedad, el hombre ha constituido organizaciones como una manera de relacionarse con el mundo y con los que lo rodean, dando comienzo así a las primeras formas de organización. Desde ese momento hasta hoy han pasado muchas cosas, entre ellas, que las organizaciones se han convertido en un importante objeto de estudio de muchas disciplinas. En la ingeniería industrial es importante este tema en la medida en que la organización es el espacio en el cual se dan todas las relaciones, y éstas tienen una ingerencia directa en el desempeño de la empresa o conjunto social determinado. Todas las decisiones, bien sean productivas, gerenciales, o financieras, deben estar basadas en un conocimiento del entorno y la estructura organizacional, teniendo en cuenta las variables que todo esto implica. Es por esta razón que en la ingeniería no sólo se estudia el conocimiento y la configuración de las organizaciones o conjuntos sociales, sino que también se construyen modelos de intervención que son producto de ese estudio y conocimiento previo, y que pueden ser de gran importancia para el desempeño general de cualquier compañía.

Aspectos como la regulación, la identidad, la capacidad de observarse a sí mismas y de modificarse son inherentes a las organizaciones sociales. Según el autor Stafford Beer, en el prólogo al libro *Identidad de las organizaciones*:

(...) Las organizaciones iteran su propia identidad: son autorreferenciales y se organizan a sí mismas. La Universidad de Oxford es diferente a la Universidad de Cambridge, y no sólo porque resulte fácil distinguir sus respectivos edificios. Mil años de iteración de la identidad han confirmado un carácter, un estilo, un modo de hacer las cosas, sin duda altamente distintivo. A todo esto lo llamamos, familiarmente, el mantenimiento de la tradición. Pero es más que eso, porque incluye la capacidad de aprender –como institución- y, por lo tanto, adaptarse, y, por lo tanto, evolucionar.

La autonomía y la cohesión son también factores importantes en el estudio de las organizaciones; por eso es fundamental tenerlos en consideración en el momento de diseñar estructuras efectivas. (Espejo, Schwaninger. 1993. P. 21). El concepto de efectividad en las organizaciones también ha sido profundamente estudiado, y es importante para el ingeniero industrial contar

⁷⁵ Nota del compilador: El presente capítulo no es un resumen de los temas tratados en el área de Organizaciones del Departamento; de ser, así tendría que profundizarse en temas relacionados con la dinámica de sistemas, el pensamiento sistémico, la negociación, los sistemas de transporte, sistemas complejos, entre otros. El objetivo de este capítulo es hacer una breve introducción a algunas herramientas para entender la organización y el proceso de aprendizaje de la misma.

⁷⁶ Ingeniera Industrial de la Universidad de los Andes, Asistente de posgrado del curso de Introducción a la Ingeniería Industrial en el periodo 2002-2004.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

con herramientas conceptuales que permitan detectar, abordar y confrontar con alternativas de solución problemas en el entorno organizacional en el que se desenvuelven.

La teoría de las organizaciones está muy ligada al contexto socioeconómico en el cual todos nos vemos involucrados; analiza, con un criterio amplio, todo agrupamiento deliberado de personas, que de una manera coordinada, utilizan recursos para alcanzar determinados fines (Morgan, 1986). Otra de las razones por las que estudiamos las organizaciones es para aprender y comprender los continuos procesos de cambio, los fenómenos complejos y distintivos que configuran los diferentes tipos de organizaciones.

Resulta de suma importancia, por lo tanto, analizar el ambiente, estructura o sistema social que conforma las organizaciones, con el fin de demostrar que la organización no es sólo un hecho burocrático sino, preponderantemente, el acuerdo colectivo respecto de qué cosas se van a hacer, quiénes las van a hacer y para qué se van a hacer. Actualmente existe una disciplina en la cual se estudian las poblaciones o conjuntos de organizaciones que interactúan como si fueran una población de individuos organizacionales; se llama "**Ecología Organizacional**" y es otro de los campos de aplicación posible para los ingenieros industriales interesados en el estudio de las organizaciones.

La ventaja de esta perspectiva dentro del contexto del estudio de la ingeniería industrial es la transversalidad con otras herramientas que fortalecen los contenidos y la capacidad de análisis, y su relación vertical con la incorporación integral de conceptos relacionados con lo productivo, lo industrial y lo organizacional, de tal manera que posibilita la construcción de un completo andamiaje para comprender, desde una mirada constructiva y crítica, los diferentes sistemas que pueden ser objeto de estudio en la ingeniería.

Para terminar esta reflexión, vale la pena resaltar el hecho que, detrás de todas las ramas de la ingeniería, detrás de la producción, de la investigación de operaciones, del mercadeo, de las finanzas y en general, de cualquier aspecto "industrial" están las personas, que constituyen la base de toda organización y cuyas relaciones, estructura de trabajo, y configuración son determinantes para el desempeño de la misma.

Metáforas para describir la organización

En el texto de Gareth Morgan *Imágenes de la Organización* encontramos una aproximación bastante interesante a la teoría de las organizaciones, pues en este libro se observa la evolución de las organizaciones mediante la utilización de metáforas que explican su funcionamiento; las metáforas se usan con el fin de entender el carácter complejo y paradójico de la vida organizacional;

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

mediante su uso se pueden manejar y diseñar organizaciones de manera inusual y novedosa.

Metáforas de la organización como máquina, como organismo o como cerebro son algunas de las utilizadas por el autor para describir el funcionamiento de las organizaciones.

Al observar las organizaciones como **máquinas** se ilustra cómo este estilo de pensamiento subyace al desarrollo de las organizaciones burocráticas. Cuando los gerentes piensan en las organizaciones como máquinas, tienden a manejarlas y a diseñarlas como máquinas compuestas de partes engranadas, donde cada una juega un rol claramente definido en el funcionamiento del todo. Aun cuando en ocasiones esto puede ser altamente efectivo, en otras puede tener resultados desafortunados. Uno de los problemas básicos de la gerencia moderna es que el pensamiento mecánico está tan engranado en nuestras concepciones habituales de las organizaciones, que a menudo resulta bastante difícil organizarse de otra manera.

La siguiente metáfora propone que las organizaciones se comportan a veces como **organismos**. Esta popular metáfora centra su atención en entender y manejar las "necesidades" organizacionales y las relaciones ambientales. Llegamos a ver diferentes tipos de organizaciones como pertenecientes a diferentes especies, a diferencia de la organización burocrática que es de un sólo tipo.

Podemos ver que cada una de las diferentes especies están hechas para responder a las exigencias de los diferentes ambientes, y son capaces de desarrollar teorías interesantes acerca de las relaciones entre la organización y su entorno. Este tipo de organizaciones nacen, crecen, se desarrollan, declinan y mueren. Este enfoque nos lleva a observar relaciones entre diferentes "especies" y los patrones evolutivos que se encuentran en la ecología interorganizacional. Esta metáfora ha contribuido en gran medida a la teoría de la gerencia moderna.

La metáfora de las organizaciones como organismos establece una comparación entre la funcionalidad de las organizaciones y la funcionalidad de un organismo vivo que se alimenta a sí mismo y que se alimenta del contexto en el que se desenvuelve. El autor de las metáforas fundamenta sus ideas en la concepción central con base en la cual se afirma que la administración científica estuvo dada por la idea de mejoramiento de productividad, donde la administración se concebía como una ciencia y no como algo empírico, y en la que se trabajaba con una ciencia estricta que determinaba un nuevo modelo a seguir en dicha época.

En su funcionamiento, enuncia que así como reacciona un organismo frente al ambiente, así también lo hace la empresa, puesto que ésta debe tener en

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

cuenta las influencias del entorno, los fenómenos macro que afectan su posicionamiento en la sociedad y cómo ésta le genera ventajas y desventajas que son visibles a lo largo del tiempo que tarda en obtener los resultados esperados. Cada organismo debe tener una estrategia de sostenimiento. Así ocurre con las organizaciones. Al contar con una estrategia y con una estructura, se está propiciando un proceso de aprendizaje que está representado en la cultura organizacional. En los seres vivos, es la denominada autopoiesis, definida como el sistema de auto producción o capacidad de auto regeneración. La autopoiesis en las organizaciones se da a través de una estrategia, mientras que la estructura da origen a estructuras disipativas.

La metáfora de organizaciones como **cerebros** tiene mayores implicaciones y trasciende el análisis para adentrarse en el tema del diseño de la organización. Esta metáfora destaca la importancia de procesar información, aprender y ser inteligente, y ofrece un marco de referencia para entender y evaluar organizaciones modernas en estos términos. También apunta a un conjunto de principios de diseño que permiten reforzar y desarrollar en mayor medida estas cualidades. En la historia de la investigación sobre el cerebro se han utilizado diferentes metáforas para referirse al cerebro, y dos de ellas son las que tratan el cerebro como un computador que procesa información, o como un holograma. Estas imágenes resaltan la importancia de principios como la autoorganización para el diseño de organizaciones, lo que requiere un alto grado de flexibilidad e innovación. Es importante comprender que un aspecto fundamental de esta metáfora es la concepción de la organización como red (v.g. Al-Qaeda)

Dentro de la concepción de las organizaciones como cerebros surgieron varios interrogantes que sirvieron como quiebres para la construcción de esta metáfora; uno de ellos surgió en 1947 cuando Herbert Simon sustituyó la figura de la persona que decide racional clásica por la de quien decide con racionalidad limitada o fronteriza, como consecuencia de los tres hechos siguientes:

- 1.- Actúa con base a una información incompleta
- 2.- Sólo puede explorar un número limitado de alternativas
- 3.- Es incapaz de asignar valores exactos a los resultados

Ello hizo a este autor pionero en el estudio de la toma de decisiones desde el principio de racionalidad limitada y permitió que las organizaciones fueran interpretadas desde este paradigma de "inteligencia artificial".

En principio, la analogía de la organización como cerebro tuvo sus más conspicuos representantes en las Teorías del Procesamiento de la Información y en la cibernética. Un intento cercano de conciliar estos nuevos paradigmas con el enfoque sistémico anterior y la microeconomía clásica lo encontramos en Salvador Miquel:

"Tenemos en efecto la certeza de que, a través de un análisis cibernético de la revolución del sistema constituido por la empresa,

es posible encontrar, en el plano teórico, las vías de una síntesis entre los aportes de la teoría neoclásica y las tentativas de renovación o de superación de esta teoría (...)" (Miquel, 1979 p. 11-12).

Desde este punto de vista, las organizaciones se asemejarían a cerebros que fragmentan, rutinizan y limitan los procesos de decisión para hacerlos manejables. Asimismo, destacaría un fuerte paralelismo con las burocracias, que se fundamentan en la división de tareas, siendo la metáfora del cerebro más eficiente por la polivalencia de cada una de sus partes (estructuras autónomas) y la configuración en red que propende por la distribución más uniforme de las tareas, buscando las conexiones más eficientes y la replicación de estructuras, lo que permite aislar sectores problemáticos y reemplazarlos con mayor facilidad.

Otra metáfora es la de las organizaciones como **culturas**. Las organizaciones ahora parecen descansar sobre ideas, valores, normas, rituales y creencias que sostienen a la organización como una realidad socialmente construida. Este enfoque, el cual ha recibido atención creciente en los últimos años, especialmente por parte de escritores interesados en la cultura corporativa, nos proporciona una manera más de gerenciar y diseñar organizaciones: a través de los valores, creencias y otros patrones de significado compartido, todos estos factores que guían la vida organizacional.

La última de las metáforas que introduciremos en esta guía es la de la **organización política**, que nos permite enfocarnos en los diferentes conjuntos de intereses, conflictos y juegos de poder que conforman las actividades organizacionales. Este capítulo explora las organizaciones como sistemas de gobierno que se dibujan sobre varios principios políticos y que legitiman diferentes tipos de reglas, así como también los factores detallados que conforman la política de la vida organizacional.

Algunas tendencias

Otros factores importantes dentro del tema de las organizaciones y su análisis es el manejo de las relaciones y las comunicaciones de manera que se puedan generar mecanismos de entendimiento que faciliten la labor de proporcionar un significado relacionado con las actividades. Asimismo, el establecer una comparación entre diferentes aspectos hace que surjan nuevas ideas sobre el porqué se dan las cosas en cuestión de administración y el cómo resolverlas. Toda esta teoría ha servido de eje para que muchos autores no sólo se interesen por reforzar esta parte del conocimiento, sino que, a la vez, se formulen nuevos conceptos sobre lo que puede denominarse organización. No existe una definición única ni promulgada como oficial, pero sí muchas conjeturas que aportan diferentes significados. La organización, según Illera, es "un sistema continuo de actividades que transforman recursos a partir de la interacción para satisfacer necesidades". Según Maturana, ésta puede definirse como "relaciones con estructura que constituyen una unidad"; para Simon, es un sistema complejo de comunicaciones y relaciones. Todas estas definiciones

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

sirven para contextualizar a la organización como un concepto en que continuamente se alimenta de nuevos conceptos y en el cual, como pensamiento administrativo, hay un cambio de paradigma entre la concepción racional y la nueva concepción sistémica.

Existe la idea que las organizaciones han sido concebidas de acuerdo con pensamientos ya dados. Es el caso de la teoría newtoniana, donde se dice que las organizaciones están diseñadas separando las cosas en partes, y se cree que la influencia ocurre como un resultado directo de una fuerza ejercida de una persona a otra, comprometiéndose en planificación compleja para un mundo del que se espera total predictibilidad y donde se buscan continuamente mejores métodos para percibir objetivamente el mundo. Es la base desde la cual se diseñan y administran organizaciones y desde la cual se hace investigación en todos los aspectos de las ciencias sociales. Actualmente, se está trabajando en una visión del mundo que ha sido derivada de las ciencias naturales donde son más importantes las relaciones que las partes.

Como resultado de estas nuevas relaciones, y teniendo en cuenta la evolución que ha tenido la administración, el pensamiento administrativo ha protagonizado una serie de variaciones que han servido para reforzar su ideología y que ha permitido una aproximación hacia las necesidades manifestadas por el hombre. Se distinguen dos épocas clave en las que se enfatizan desarrollos diferentes. A partir de la incorporación de las relaciones humanas y desde la teoría de sistemas la administración adoptó otro rumbo.

Las relaciones humanas tomaron fuerza en aquella época y de ahí en adelante se forjó la concepción de la gerencia administrativa y el comportamiento organizacional como base de la importancia contemporánea de esta materia. La teoría de las relaciones humanas se dio con Elton Mayo, aproximadamente de 1925 a 1955. Con incorporación de la psicología clínica, la sociología, la antropología y el conductivismo, Maslow estableció sus "Jerarquías" (ver Pirámide de Necesidades de Maslow) y Ouchi habló por primera vez de la Teoría Z (en el marco del interés de occidente por la organización productiva oriental, particularmente la japonesa).

Ejemplos de cómo las organizaciones deben satisfacer las necesidades según los diferentes niveles jerárquicos de Maslow (tomado de Morgan, 1986, 33).

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

TIPO DE NECESIDAD		Autorrealización	- Incitación al compromiso total del trabajador- El trabajo llega a tener una dimensión más expresiva en la vida del trabajador
		Ego	- Creación de trabajos con perspectivas de logros, autonomía, de responsabilidad y de control personal- El trabajo engrandece la identidad personal- Retroalimentación y reconocimiento para lograr un buen rendimiento (promociones, "empleado del mes", recompensas).
		Social	- Organización del trabajo que permita la interacción con los colegas- Facilidades sociales y deportivas- Excursiones con los miembros de la oficina y la fábrica
	Seguridad	- Planes de salud y de pensiones- Trabajo seguro- Énfasis en los medios de la carrera profesional dentro de la empresa	
Fisiológicas		- Sueldos y salarios- Seguridad y comodidad en las condiciones de trabajo	

Las organizaciones que aprenden

¿Qué es una organización que aprende?

Una organización que aprende es aquella en que la gente de todos los niveles, individual y colectivamente, están continuamente incrementando su capacidad para producir resultados en los que están realmente interesados.

¿Por qué las organizaciones deben interesarse en aprender?

Porque el nivel de desempeño y mejoramiento requerido actualmente exige aprendizaje. En muchas industrias, en instituciones de salud, y en la mayoría de las áreas gubernamentales, parece no haber un camino establecido hacia el éxito, un camino a seguir; por lo tanto, las organizaciones deberían hacer un esfuerzo por aprender, por mantenerse vigentes.

¿Qué provecho saca la gente de las organizaciones que aprenden?

Aprender a hacer es enormemente gratificante y personalmente satisfactorio. La posibilidad de alcanzar un desenvolvimiento extraordinario junto con la satisfacción que implica para el individuo.

¿Existen ejemplos de organizaciones que aprenden?

No. La organización que aprende es un ideal, una visión (como el diseño idealizado). Muchas organizaciones, o partes de organizaciones logran aprender en diferente grado. En el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el centro de aprendizaje organizacional es un foco importante de investigación y aplicación. Muchas de las más importantes corporaciones

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

estadounidenses son atraídas hacia este concepto y están invirtiendo para apoyar el aprendizaje organizacional.

Las organizaciones que aprenden, en las cuales el aprendizaje es logrado por la organización como un todo y no por los miembros individuales del sistema, han sido definidas en muchas formas. Las definiciones más representativas provienen de Beck, Melander, Morris, Schwandt, Senge y Watkins y Marsick.

Peter Senge, el autor cuyas ideas han atraído más atención, ve a las organizaciones que aprenden como las organizaciones en que las personas "continuamente expanden su capacidad de crear los resultados que realmente desean, donde surgen nuevos patrones de pensamiento, donde la aspiración colectiva es dejada en libertad, y donde las personas están continuamente aprendiendo como aprender juntos".

Michael Beck define estas organizaciones como aquellas que "facilitan el aprendizaje y desarrollo personal de todos los empleados, a la vez que se transforman continuamente".

David Schwandt las define como "un sistema de acciones, actores, símbolos y procesos que le permiten a una organización transformar la información en conocimiento útil, lo que incrementa su capacidad de adaptarse en el largo plazo".

Karen Watkins y Victoria Marsick ven una fuerza vital de las organizaciones que aprenden en el mejoramiento de su capacidad organizacional para cambiar o transformarse. La organización que aprende "motiva a su gente, integra iniciativas de calidad con la calidad de la vida laboral, crea espacios libres para el aprendizaje, promueve la colaboración y el compartir la ganancia, promueve la investigación y crea oportunidades para el aprendizaje continuo. En las organizaciones que aprenden, el aprendizaje es un proceso estratégico y continuo - integrado, y efectuado paralelamente con el trabajo. El aprendizaje en las organizaciones que aprenden cambia las percepciones, comportamientos, creencias, modelos mentales, estrategias, políticas y procedimientos en las personas y organizaciones. El aprendizaje organizacional es una metáfora a las respuestas adaptativas del sistema como un todo a amenazas del ambiente."

Linda Morris fue una de las primeras personas en Estados Unidos que reconoció la importancia del concepto de las organizaciones que aprenden y se ha dedicado activamente a llamar la atención de otras personas sobre él. Ella considera que los siguientes atributos se presentan en las organizaciones que aprenden:

- El aprendizaje y desarrollo individual está enlazado con el aprendizaje y desarrollo organizacional de forma explícita y estructurada.
- Existe un enfoque en la creatividad y la adaptabilidad

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Los equipos de todo tipo son parte de los procesos de aprendizaje y trabajo.
- El trabajo en red (en inglés "Networking") –personal y apoyado en la tecnología- es importante para aprender y para desarrollar el trabajo.
- El pensamiento sistémico es fundamental.
- Las organizaciones que aprenden tienen una visión clara y poderosa de dónde están y hacia dónde van.
- Las organizaciones que aprenden están continuamente transformándose y creciendo.

Características de las organizaciones que aprenden

- Capitalizan la incertidumbre como una oportunidad para crecer.
- Crean un nuevo conocimiento basado en información objetiva, perspicacia subjetiva, símbolos y corazonadas.
- Acogen el cambio
- Motivan la asignación de responsabilidades en los niveles más bajos
- Motivan a los gerentes para que sean entrenadores, mentores, y facilitadores del aprendizaje.
- Tienen una cultura de retroalimentación y descubrimiento.
- Tienen una visión holística y sistemática de la organización y sus sistemas, procesos y relaciones.
- Tienen una visión compartida de la totalidad de la organización, así como unos propósitos y valores.
- Tienen una estructura descentralizada de toma de decisiones y de empoderamiento de los empleados.
- Tienen líderes que modelan la toma de riesgos calculada y la experimentación.
- Tienen sistemas para compartir el aprendizaje y usarlo en el negocio.
- Son manejadas por el cliente.
- Están involucradas en su comunidad.
- Enlazan el desarrollo propio del empleado con el desarrollo de la organización como un todo.
- Existen redes articuladas tecnológicamente dentro de la compañía.
- Existen redes dentro del sector en el que se mueve la compañía.
- Ofrecen frecuentes oportunidades de aprender de la experiencia
- Son resistentes a la burocracia y a la competencia destructiva entre trabajadores.
- Recompensan la iniciativa del empleado y provee estructuras para ella.
- Expanden confianza en toda la organización.
- Se esfuerzan por conseguir un mejoramiento continuo.
- Estructuran, acogen y recompensan todo tipo de equipos.
- Usan equipos de trabajo interfuncionales.
- Usan inventarios de habilidades y técnicas de valoración de la capacidad de aprendizaje.
- Ven a la organización como un organismo creciente, viviente.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Ven lo inesperado como una oportunidad para aprender.

Pero... ¿qué es aprender?

Los seres humanos están diseñados para aprender. Nadie tiene que enseñarle a un niño a caminar, a hablar, o a dominar las relaciones espaciales necesarias para apilar ocho edificios de manera que no se derriben. Los niños vienen totalmente equipados con un insaciable instinto de explorar y experimentar. Infortunadamente, las instituciones primarias de nuestra sociedad están predominantemente orientadas hacia el control en vez del aprendizaje, y recompensan a las personas por desempeñarse para otros en vez de cultivar su curiosidad natural e impulso de aprender. Los pequeños que entran a la escuela descubren pronto que el nombre del juego es dar la respuesta correcta y evitar los errores –un mandato no menos obligatorio para un gerente ambicioso.

Aprender es una actividad social. Nosotros, al conocer, tenemos sentido del mundo que nos rodea, y descubrimos acerca de las cosas a través de la relación con otras personas o por medio de libros, e-mails o videos. La naturaleza del aprendizaje es evidente a través de lo que aprendemos y cómo lo aprendemos. Lo que las personas aprenden depende de su interés y de su capacidad, y esto se diferencia según las comunidades. Se encuentran diferencias fundamentales en las comunidades de acuerdo con sus diversas perspectivas y lo que el conocimiento significa para ellas. Algunos conocimientos objetivos y científicos sólo pueden ser aprendidos con la ayuda de profesores o de algunos libros particulares, mientras que otros conocimientos, más subjetivos, pueden ser adquiridos a través de la experiencia.

Estas consideraciones sobre los diferentes modelos de aprendizaje que dependen de las creencias, perspectivas y forma como hacen las cosas las comunidades y los grupos establecen diferencias entre ellos. Algunas comunidades prestan gran atención a la formación a través de la educación (el sistema educativo); otros, le dan más importancia al papel de la familia, la comunidad y la experiencia de trabajo.

Algunos de los grupos que dan gran énfasis a la educación, difieren sobre la forma como el niño debe aprender y adquirir el conocimiento (aprender a través de hechos o a través de experiencias).

Las teorías convencionales sobre organizaciones, por lo general, no dicen mucho sobre el aprendizaje, pero implican el aprendizaje en el proceso para obtener hechos y datos con el objetivo de resolver problemas. Las organizaciones que aprenden adoptan un punto de vista distinto sobre el aprendizaje. El conocimiento humano, o el aprendizaje, consiste en darle

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

sentido a las cosas, es decir, entenderlas; eso es lo que hacen las personas todo el tiempo. El aprendizaje es una parte integral de la sociedad. Las personas sienten curiosidad por lo que sucede a su alrededor. El continuo aprendizaje de los demás y el uso de lo aprendido abren camino en la vida. Las organizaciones que aprenden toman muy seriamente la idea de lo aprendido por las personas y lo que saben, y ese conocimiento es el que hace que las organizaciones funcionen efectivamente.

Referencias bibliográficas

Espejo, R., Schwaninger, M. (1993) *Organizational Fitness*, New York: Campus Verlag.

Etkin, J., Schvarstein, L., (1989) *Identidad de las Organizaciones*, Ed. Paidós, Buenos Aires.

Internet: <http://www3.uji.es/~agrandio/tesis/Te6.htm#6.14> Visitado marzo 24 de 2004.

Morgan, Gareth, (1986) *Images of Organization*, Sage Publications, California.

Morgan, Gareth, (1988) *Riding the Waves of Change*, Sage Publications, California

Robbins, Stephen P., (1986) *Comportamiento Organizacional: conceptos, controversias y aplicaciones*; Prentice Hall

Schein, Edgar, (1986) *Organizational culture and leadership*, Joey Bass, New York.

Schlemlentson, Aldo, (1990) *La perspectiva ética en el análisis organizacional*, Ed. Paidós, Buenos Aires.

Senge, Peter, (1990), *La quinta disciplina*, Granica, Barcelona.

CAPÍTULO 14. COMO ELABORAR UN PLAN DE TRABAJO **Jaime Enrique Varela⁷⁷**

¿Qué es planeación?

Planeación es la determinación de lo que es necesario hacer, por medio de quién, y en cuánto tiempo, con el fin de asignar o distribuir responsabilidades.

En esencia, se parte de una situación actual (en la empresa) para llegar a una situación deseada. A la palabra se le otorgan muchos significados y cuando nos encontramos frente a una oficina o dependencia de Planeación, no necesariamente vamos a encontrar lo que nosotros imaginamos. Las oficinas de planeación municipal, generalmente se preocupan de la visión arquitectónica de la ciudad, planeación en una empresa telefónica piensa en las redes y centrales que transmiten las llamadas, Planeación Nacional en el país nació para definir el presupuesto de inversión por medio de los Planes de Desarrollo que realiza cada presidente y el Ministerio de Hacienda realiza el presupuesto de funcionamiento, ambos son planes.

Estamos más interesados en los planes que desarrollamos en las empresas; se hacen planes para la realización de un proyecto, por ejemplo lanzar un producto nuevo, para adquirir o modificar la maquinaria de la empresa, para la capacitación de los empleados, para los ingresos y gastos del año siguiente o el llamado presupuesto y en fin, actividades propias de la empresa que requieren ser definidas.

El plan no se debe limitar a escribir una lista de actividades que pueden ser una gran cantidad o solo un número adecuado, sino que también debe aprovecharse para incluir otros ingredientes dentro de esa lista, tales como: fechas en las cuales se debe desarrollar cada una de las actividades, quien o quienes son los responsables de realizar la actividad, cuales resultados se esperan en cada actividad, cual es el costo o presupuesto disponible para la actividad, quien puede supervisar la realización de la actividad y en fin toda una serie de ingredientes que ayudan a que el proyecto entre manos llegue a un feliz término.

⁷⁷ Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes

¿Por qué la planeación?

La planeación se hace para fijar un **rumbo**, para definir una **ruta**, al estilo del plan de vuelo del piloto, quien lo presenta a la torre de control, con el fin de que los controladores puedan verificar que el avión no se desvíe de la ruta o que la corrija cuando le dan el aviso pertinente. Sirve para verificar donde se debe encontrar el avión y seguir sus pasos en caso de necesidad.



Los planes no se hacen para tener un rato de esparcimiento intelectual o para "botar corriente" durante unos días para producir un voluminoso documento y repetir el mismo ejercicio al año siguiente cuando nos vuelvan a pedir "la misma vaina".



Los planes deben ser el instrumento de trabajo diario, deben servir para que otros puedan continuar las tareas que venimos desarrollando sin tener necesidad de preguntarnos qué era lo que estábamos haciendo y para dónde íbamos. Es decir, deben ser tan claros que otra persona pueda leerlos y entenderlos sin necesidad de preguntarnos.



El Gato (al llegar a una intersección): Alicia ¿para dónde me llevan estos caminos?

Alicia: ¿Para dónde vas?

El Gato: No sé.

Alicia: Entonces da lo mismo cualquier camino que escojas.

Lewis Carroll: Alicia en el país de las maravillas

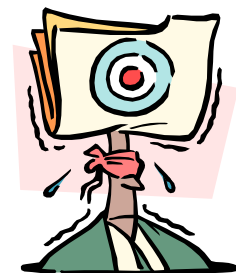
Objetivos (Deseos, Ideal)

Los objetivos son expresiones generales que describen el tamaño, alcance y estilo de la entidad en el largo plazo. Encierran los valores y aspiraciones de los administradores, basados en su evaluación del medio ambiente, capacidad y salud de la entidad. Son los propósitos que distinguen a una entidad de otros negocios en cuanto al cubrimiento de sus operaciones, sus productos, los mercados y el talento humano que soporta el logro de estos propósitos

Son resultados que se desean a más largo plazo en la entidad para modificar el estado de una situación actual en una situación ideal o deseada, por medio de una estrategia, en un período de tiempo especificado.

A diferencia de los objetivos, las **metas** se refieren a resultados concretos en el corto plazo, un año o menos.

Los objetivos son los resultados que se esperan de la ejecución de ciertas estrategias, mientras que las estrategias representan las acciones que se deben realizar para el logro de los objetivos.



Los objetivos deben poderse medir, ser razonables, claros, coherentes y estimulantes.

Durante la fijación de objetivos se debe dar respuesta a las preguntas:

- ¿Es aquí donde queremos estar?
- ¿En dónde nos gustaría estar en un año?
- ¿En cinco años?

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Por ejemplo, el objetivo planteado para un proyecto de "Atención al joven en situación especial" es:

"Propiciar y ofrecer a los jóvenes en alto riesgo y pobreza, alternativas de proyectos de vida, crecimiento intelectual psicosocial, familiar y espiritual, potencializando fortalezas y superando limitaciones en busca de su desarrollo integral humano".

Este tipo de objetivos debe concretarse en metas donde se muestren cuáles son los resultados que se esperan obtener y por medio de cuales estrategias vamos a realizarlo. Con frecuencia, puede ocurrir que se definan objetivos que parecen como abstractos o ideales, por lo que es importante llevarlos a metas donde se indiquen cifras que permitan medir el avance hacia el logro de los mismos-

Acción o Actividad (Qué, Cómo)



Es la realización de un conjunto de procesos que conducen al logro de una **meta**, dando respuesta a la pregunta: ¿Qué debo o qué tengo que hacer?

Las acciones o actividades que dan respuesta a la misión y lineamientos de la entidad, deben ser planteadas de tal forma que estimulen y recompensen los esfuerzos dirigidos a lograr los objetivos planteados. Las acciones utilizan los recursos de la organización de acuerdo a la asignación que se haga de los mismos. El presupuesto de una entidad es la muestra más clara de asignación de recursos para realizar las acciones o actividades y cumplir con las metas y objetivos.

La acción o actividad debe definirse de tal forma que cualquier persona pueda entender su significado y sea capaz de realizarla sin necesidad de tener que preguntar. Existen acciones que son amplias y requieren ser explicadas por medio de un conjunto o grupo de actividades; otras son más sencillas y se entienden por sí mismas.



Por ejemplo, si se indica la acción de:

"Focalizar la población indigente de la localidad"

Es claro que esta es una acción que requiere de varias actividades que incluyen, entre otras, las siguientes:

- Elaboración del formulario para obtener la información
- Obtención del mapa o cartografía del área a recorrer
- Asignación de sectores a funcionarios que realizarán las visitas
- Programación semanal de recorridos por funcionario
- Supervisión de los recorridos y revisión de formularios diligenciados
- Incorporación diaria de formularios al sistema o recepción en línea desde los dispositivos de los recolectores
- Análisis final de la información recolectada
- Producción y entrega del informe

Las actividades anteriores, a manera de ejemplo, muestran una secuencia lógica de tareas que deben ser realizadas para realizar la acción.

Tiempo, Duración, Calendario (Cuando)

El tiempo se indica para definir las fechas de iniciación y terminación de la acción o actividad. En los proyectos, algunas actividades deben ser hechas durante todo el resto del año, pero para otras debe definirse una fecha concreta para su realización. Por ejemplo, si se planean reuniones con la comunidad, deben definirse las fechas en las que se propone realizar estas reuniones.



Una vez definidas las fechas de las actividades, se puede elaborar un **Cronograma** de tiempo donde, en un cuadro o tabla, se indiquen las actividades en las filas y los meses o semanas en las columnas. Cada actividad tiene una barra para indicar el comienzo y la duración de la actividad como se muestra en el ejemplo siguiente:

ACTIVIDADES/MESES	1	2	3	4	5	6	7
Identificación del grupo meta	■						
Diseño de los talleres		■	■				
Diseño y selección de material didáctico		■	■				
Coordinación logística				■	■	■	
Realización de los talleres				■	■	■	
Presentación de informes							■

En los cronogramas también se acostumbra incluir una fila adicional en cada actividad para colocar la fecha real de realización y en esa forma poder comparar el tiempo planeado contra lo ejecutado en la realidad. En esta forma se pueden medir los desfases o atrasos del proyecto y eventualmente los adelantos, cosa esta última que casi nunca ocurre.

Metas (Qué Quiero)



Son expresiones más específicas de los logros que se desean obtener o alcanzar dentro de ciertas fechas. Puede también pensarse en el **resultado o producto final** que se desea obtener o lograr. Al igual que en una fábrica se piensa en fabricar 100 neveras, la Entidad se puede fijar la meta de dar atención a 50 víctimas por año.

La meta, entonces, define un resultado o un producto concreto fácil de observar o cuantificar.

Las metas deben ser coherentes con los objetivos planteados y deben servir de respaldo a las acciones y actividades propuestas.

Las metas son una pauta para la acción y buscan canalizar los esfuerzos y actividades de los miembros de la organización. Sirven como normas de rendimiento y base para la evaluación del desempeño de la organización.



En algunas actividades las metas se pueden establecer con intervalos de tiempo más cortos, por ejemplo mensuales, si se trata de acciones

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

periódicas o rutinarias que deben cumplirse todos los meses para lograr el objetivo o meta anual.

En lo posible, la meta debe ser cuantificable, debe poderse medir. Existen ocasiones en las cuales la meta es la realización de un evento por lo cual no podemos definir una medida para esa meta; simplemente se debe indicar la meta y se supone que contribuye al logro de los objetivos propuestos en el programa o proyecto.

Hay ocasiones en las cuales pueden confundirse las acciones y las metas. Esta duda puede resolverse por medio de las preguntas:

- ¿QUÉ TENGO QUE HACER?
- ¿A DÓNDE QUIERO LLEGAR?

La primera se refiere a la acción o actividad, la segunda a la meta que se desea lograr. Por ejemplo, al indicar que se desea capacitar a 200 mujeres por medio de 10 talleres, se puede decir que la meta es capacitar y la acción los 10 talleres de capacitación.

Las confusiones y conflictos en esta materia a veces no son fáciles de resolver. En la empresa privada existen metas más precisas que generalmente se fijan en dinero para las utilidades o en cantidades para las unidades producidas. En los programas sociales es muy fácil confundir meta, objetivos y acción o actividad. Se debe tratar de seguir unos principios generales y revisar una y otra vez los planteamientos hechos. La claridad y el que lo entiendan otras personas es la mejor herramienta en estas situaciones.

Se recalca que lo básico es poder medir y cuantificar; solo de esa forma sabremos si se está logrando un avance en el proyecto, de lo contrario, cuando se colocan metas indefinidas o subjetivas, será muy difícil verificar el cumplimiento de las mismas.

Si por ejemplo se indica: capacitar mujeres, pero no se indica cuantas ni en que tiempos, cualquier resultado cumplirá, pero sin saberse si es algo adecuado o no.



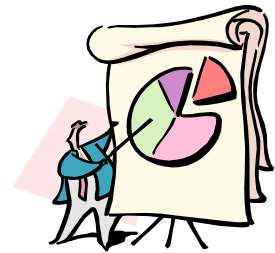
Gestión – Indicadores de Gestión (Bien, Regular, Mal)



Los indicadores son una herramienta que facilita el control del desarrollo de las acciones. Puede ser un índice numérico (cociente) que indique el cumplimiento porcentual de la acción, o puede ser un valor ó un índice cualitativo que indique si la acción se realizó o no.

Con un Indicador de Gestión se busca **calificar** una situación; indicar si el resultado fue o no adecuado, si se cumplió o no se cumplió con la meta y cuál fue el grado de cumplimiento.

Los índices en porcentaje son adecuados en muchas ocasiones, pero no siempre tienen que ser expresados de esa forma. Pueden ser números que evolucionan con el tiempo y, por medio de la comparación de meses consecutivos, es posible mirar el comportamiento del resultado de una acción. En ocasiones, no se conoce una cifra para hacer la división; por ejemplo, si se habla de víctimas atendidas por el área de Atención.



Por ejemplo, en la meta de "caracterizar o validar los clientes del proyecto", el índice es:

$$\text{Número de clientes caracterizados} / \text{Total de clientes del proyecto}$$

mientras que para la actividad de desarrollar un taller de sensibilización para los empleados, el índice se limitaría a si se realizó o no el taller.

Hay ocasiones en las cuales no es fácil definir el índice de gestión si la meta es genérica o ambigua. También se pueden dar metas cuya medición por medio de un índice puede ser compleja o engorrosa.

Si, por ejemplo, se ha planteado como meta: "Mejorar el bienestar de los funcionarios de la Entidad", es claro que medir la mejora del bienestar es una tarea muy compleja; sin embargo, la mejora del bienestar puede ser el resultado de diversas acciones que realiza la Subdirección Administrativa y que son parte importante de sus actividades.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

El objetivo de emplear indicadores de gestión es lograr la supervisión y el control del plan de acción, dando respuesta a las preguntas:

- ¿Estamos en el camino?, si no, ¿por qué?
- ¿Qué necesitamos hacer para tomar el camino correcto?
- ¿Se cumplió con los propósitos?

El Plan de Trabajo

Entonces, de acuerdo con lo anterior, un plan de trabajo es un conjunto de acciones o tareas que debe realizar un área de negocio o una entidad para concretar los objetivos en un plan operativo que permita su monitoría, seguimiento y evaluación. Por lo general un plan de trabajo se desarrolla para períodos anuales; sin embargo, ello depende de las características de la entidad y/o del área de negocio.

La experiencia que se adquiere al diligenciar y controlar los aspectos mencionados por medio de un formato es el mejor maestro para ir depurando y perfeccionando los ejercicios de planeación de la gestión.

El encabezado del plan de trabajo, además del nombre de la organización, consta de:

- **Nombre del área:** se refiere al área que diligencia el formato (Proyectos, Jurídica, Trabajo en Red, Prevención, Atención, Sistemas, Contabilidad)
- **Período de tiempo que cubre:** meses inicial y final y el año
- **Proyecto:** si el plan de trabajo se refiere a un proyecto individual, debe especificarse su nombre completo.
- **Objetivo general:** se especifica el objetivo general del área o del proyecto, según sea el caso.
- **Responsable:** se indica el nombre del responsable del área o proyecto, con su respectiva denominación dentro de la Entidad.

En la tabla del formato presentado, se indica:

- **Objetivos específicos:** se indican los objetivos específicos del área o del proyecto, según sea el caso.
- **Actividades:** se indican las actividades o acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- **Indicadores:** se indican los indicadores asociados a las actividades mencionadas. Se puede especificar el nombre del indicador y su relación o índice.
- **Metas:** son los resultados que se espera lograr para hacer reales los objetivos. Una fecha puede ser una meta para un indicador.
- **Tiempo:** se escribe el día y mes inicial y final correspondiente a cada actividad.

Finalmente se indica la **Fecha de Entrega** (día-mes-año) del plan de trabajo a la Subdirección respectiva, la cual debe dar su visto bueno.

A continuación se presenta el formato que se puede utilizar y un ejemplo para el área de Sistemas.

ENTIDAD
SUBDIRECCIÓN "XXXX"
ÁREA DE "XXXX"
MES1-MES2 AÑO

OBJETIVO GENERAL:

Redactar el objetivo

RESPONSABLE: Nombre, Denominación

OBJETIVOS ESPECÍFICO S	ACTIVIDADES	INDICADORE S	METAS	TIEMPO

Fecha de entrega: día-mes-año

(Visto Bueno del Subdirector respectivo)

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

ENTIDAD SUBDIRECCIÓN ADMINISTRATIVA, SISTEMAS JUNIO-DICIEMBRE 2013

OBJETIVO GENERAL:

El Técnico de Sistemas tiene como misión velar por el funcionamiento y mantenimiento de los computadores y la red, brindar un servicio técnico al personal, administrar la página Web y desarrollar bases de datos para la Entidad.

RESPONSABLE: Pedro Pérez, Técnico de Sistemas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	INDICADORES	METAS	TIEMPO
Brindar soporte técnico a los empleados	Atender las consultas de manejo de las herramientas informáticas de los empleados de la Entidad	# consultas resueltas/# total de consultas atendidas	80%	Jun-Dic
Actualización de software	Instalar el software requerido en los diferentes computadores de la Entidad	# computadores con software actualizado/# total de computadores	90%	Jun-Dic
Actualizar bases de datos ya desarrolladas	Actualizar la base de datos de las víctimas atendidas por la Entidad y complementar los requerimientos de información de asistencia jurídica	% de avance	100%	Jun-Dic
	Depurar la base de datos de la Línea de Atención para la realización de consultas y obtención de reportes estadísticos	% de avance	100%	Jun-Dic
Administración de la página Web	Actualización de la información de la página Web y de los enlaces	Cualitativo (Satisfactorio, No Satisfactorio, Con dificultades)	Cumplimiento	Jun-Dic

Fecha de entrega: 20-05-13 (Visto Bueno del Subdirector Administrativo)

CAPÍTULO 15. INSTRUCTIVO PARA REALIZAR UN PLAN ESTRATÉGICO

Jaime Enrique Varela⁷⁸

La Planeación Estratégica es una de las herramientas que debe conocer un ingeniero industrial. Utiliza la metodología DOFA, cuyas siglas comenzarán a escuchar con mucha frecuencia (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas). Es un ejercicio interesante, que debe hacer pensar a los funcionarios de la organización a todos los niveles, pues puede aplicarse a cualquier componente de la empresa. La bibliografía respectiva es muy extensa y existen libros y artículos en abundancia sobre cómo hacer planes estratégicos. Uno de estos es de Humberto Serna⁷⁹, profesor de nuestra Facultad de Administración.

Este instructivo es el producto de la utilización que he hecho de su libro en varias empresas; muestra el desarrollo del plan estratégico en una fundación sin ánimo de lucro dirigida a prevenir el “tráfico de personas” o “trata de blancas”. El capítulo en sus apartes, toma como ejemplo el caso de la fundación.

La planeación estratégica es el proceso mediante el cual quienes toman decisiones en una organización obtienen, procesan y analizan información pertinente, interna y externa, con el fin de evaluar la situación presente de la empresa, así como su nivel de competitividad, con el propósito de anticipar y decidir sobre la orientación de la institución hacia el futuro.

Consiste en responder las siguientes preguntas:

- ¿Dónde queremos ir?
- ¿Dónde estamos hoy?
- ¿A dónde debemos ir?
- ¿A dónde podemos ir?
- ¿A dónde iremos?
- ¿Cómo estamos llegando a nuestras metas?

Los elementos que deben ser considerados para formular el plan estratégico de la fundación se describen enseguida:

⁷⁸ Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes

⁷⁹Serna, Humberto. *Gerencia estratégica*, 3R Editores, Bogotá 1997 (séptima edición)

1. Visión corporativa

La visión corporativa es un conjunto de ideas generales, algunas de ellas abstractas, que proveen el marco de referencia de lo que una empresa es y quiere ser en el futuro. La visión señala rumbo, da dirección, es la cadena o el lazo que une en las empresas el presente con el futuro. Sirve de guía en la formulación de las estrategias, a la vez que proporciona un propósito a la organización.

1. Se formula por parte de la directivas

Directores, Junta Directiva. Se presume que estas personas comprenden la filosofía y misión de la fundación. Entienden las expectativas y necesidades de los colaboradores. Conocen el negocio y el entorno de la fundación.

2. Dimensión de tiempo

Se requiere definir un horizonte de tiempo; cinco años puede ser una cifra adecuada. Pensar en horizontes de mayor duración no parece apropiado.

3. Integradora

Debe ser apoyada y compartida por las directivas y todos los colaboradores. Implica un apoyo integral de toda la organización.

4. Amplia y detallada

Debe evitar el uso de frases tales como: **“seremos la mayor esperanza contra el tráfico de personas en Latinoamérica”**. Debe expresar en forma clara los logros que se esperan alcanzar en el período de tiempo establecido, cubrir las áreas actuales y futuras de la fundación. Debe expresarse en términos que signifiquen acción. Es una expresión de lo que se quiere llegar a ser en cinco años.

5. Positiva y alentadora

Debe inspirar e impulsar el compromiso con la fundación y la pertenencia a ella. Debe tener fuerza, dirección y rumbo para llegar al sitio deseado. Debe ser clara, fácil de entender y que sea parte del comportamiento laboral de cada funcionario.

6. Realista y posible

Debe propiciar la acción y tener metas que se puedan alcanzar, en lugar de ideales a los cuales nunca se va a poder llegar.

No puede ser un sueño inútil. Tiene que ser un sueño posible de realizar. Para esto, es necesario tener en cuenta el entorno, la tecnología, los recursos, la competencia.

Se basa en la experiencia y conocimiento de las directivas para poder anticipar el futuro.

7. Consistente

Debe ser consistente con las políticas empresariales de la fundación; esto obliga a desarrollar un conjunto de políticas empresariales para esta institución.

8. Difundida interna y externamente

Tanto los clientes internos como externos deben conocerla. Debe figurar en la página Web de la Fundación, en los folletos descriptivos de la misma y en las propuestas que se hacen a las entidades financiadoras.

Se requiere un mercadeo interno y externo para hacer conocer la visión de parte de todos los grupos a los que se desea llegar.

La visión corporativa requiere una administración comprometida, que no le tema al cambio y motive la participación de los funcionarios en el logro de los objetivos y metas propuestas. Debe estar dispuesta a enfrentar los retos, ser flexible cuando se requiera y saber ajustarse permanentemente a las dinámicas de cambio que impone el entorno. Se requieren directivos que motiven el talento humano.

Para redactar la visión, vale la pena hacerse las siguientes preguntas:

- Si todo funcionara bien, ¿cómo sería la Fundación dentro de 3 años?
- ¿Qué logros de cada área nos gustaría recordar dentro de 5 años?

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- ¿Qué innovaciones podrían introducirse en los servicios que ofrece cada área de la fundación? ¿Cómo nos puede ayudar la tecnología?
- ¿Qué necesidades y expectativas se perciben en las entidades financiadoras internacionales y nacionales dentro de 3 a 5 años?
- ¿Cuál debe ser la composición del talento humano de la fundación dentro de 3 a 5 años?

Comenzando con la definición actual y una sugerencia de ideas, se comienzan a armar los párrafos que cumplen con las características anteriores; posteriormente se elimina lo superfluo, lo vago y lo redundante. Debe tratar de llegarse a una definición de media página o menos para que la gente la lea y la recuerde. El texto debe revisarse varias veces hasta lograr unanimidad sobre el mismo.

Con frecuencia los funcionarios expresan ideas que se encuentran por fuera de la realidad; como sueños que son muy difíciles de alcanzar; debe tenerse cuidado para no caer en este tipo de tentaciones para indicar que "seremos los mejores del país" y expresiones de ese talante que nadie va a creer.

Es preferible ser más conservador y trazar metas y objetivos que sean alcanzables en un período de unos 5 años; los funcionarios de la organización deben ser capaces de definir rumbos confiables para ese horizonte de tiempo; duplicar la capacidad de producción sería algo más sensato y con esa base expresar la visión.

Busque evitar calificativos y frases elegantes que tratan de decir mucho pero que en esencia no dicen nada. Por esta razón, es preferible definir con mayor precisión la misión de la organización, tema que se comenta a continuación.

2. Misión corporativa

Esta es la formulación de los propósitos de una organización que la distingue de otros negocios en cuanto al cubrimiento de sus operaciones, sus servicios, los "mercados" y el talento humano que soporta el logro de estos propósitos.

La misión indica la manera como la fundación pretende lograr y consolidar las razones de su existencia. Debe indicar sus prioridades y dirección. Identifica los "clientes" que desea atraer y los servicios que quiere ofrecer.

La misión describe la naturaleza de la fundación para el logro de su visión, y debe describir en forma clara el negocio al que se quiere dedicar.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La formulación de la visión soporta y guía las decisiones internas y debe ser el punto de partida para la venta interna de las ideas entre todos los funcionarios. Igualmente debe apoyar la venta externa a las entidades financiadoras; entre ellas, los países y organizaciones de estos países más afectados por el tráfico de personas. La misión debe ser una guía para la planeación y la estrategia para ampliarse a otros "mercados" o entidades financiadoras.

Para formular la misión, se procede en forma similar al ejercicio realizado con la visión, contestando las siguientes preguntas:

1. ¿En qué negocio estamos? (¿qué hacemos?)

Esto parece ser obvio, pero es esencial cuestionar la situación actual y repensar la forma de ver el negocio. Se requiere analizar el desarrollo del sector, las características de la competencia y de las entidades afines al trabajo conjunto, los cambios y políticas financieras en el entorno internacional, cómo dirigen sus recursos de apoyo y la tecnología como apoyo a las tareas.

2. ¿Para qué existe la fundación?

¿Para frenar el tráfico de personas? ¿Para atender víctimas del tráfico? ¿Para educar y prevenir el tráfico de personas? ¿Para seguir haciendo talleres durante muchos años? ¿Para crear conciencia en las autoridades? ¿Para tener un sitio donde trabajar? ¿Para publicar libros? ¿Para qué?

3. ¿En qué se diferencia de otras organizaciones?

¿Quiénes son nuestra competencia y qué hacemos nosotros que no hagan ellos? ¿Qué deberíamos hacer que hagan ellos? ¿Cuál es nuestra ventaja competitiva? ¿Se diferencian nuestras investigaciones y publicaciones por su calidad, su contenido, su rigurosidad? ¿Hacemos lo mismo que hacen otros?

4. ¿Quiénes son nuestros clientes?

¿Son las entidades financiadoras que ha tenido la fundación? ¿Quiénes más nos podrían financiar en el país? ¿Agencias de viaje? ¿Aerolíneas? ¿Casas de cambio? ¿Bancos? ¿Fundaciones que promueven investigación social? ¿El Gobierno a través de contratos? ¿Qué empresas o sectores del país considerarían benéfico apoyar nuestra labor?

Los países y sus organismos gubernamentales y no gubernamentales afectados por el tráfico ¿son parte de nuestro mercado? ¿Las embajadas y consulados de estos países? ¿Cómo llegar a ellos?

En definitiva, ¿a qué segmentos queremos dirigir nuestros esfuerzos de mercadeo y ventas?

5. ¿Qué servicios o productos actuales y futuros ofrecemos?

¿Están perfectamente definidos los servicios que presta la fundación? ¿Podemos añadir otros que hoy no se contemplan? ¿Qué quisiéramos ofrecer en el futuro? Debemos hacer menos énfasis en algunos de ellos? Cuales son las prioridades de estos?

6. ¿Cuáles son los “mercados” presentes y futuros de la entidad?

Se requiere segmentar o definir los grupos de posibles entidades u organismos financiadores al nivel nacional e internacional para definir la estrategia para poder llegar a ellos. Los segmentos son grupos de clientes actuales y potenciales que deben ser contactados.

7. ¿Cómo se suministran estos servicios a los clientes?

¿Existen mecanismos adicionales que permitan llegar a los clientes potenciales y actuales por otros medios tales como el Internet? ¿Nuestros logros y hallazgos pueden ser difundidos masivamente?

8. ¿Cuáles son los principios de sostenibilidad?

¿Cómo garantiza la fundación su sostenibilidad financiera hacia el futuro? Esta es una condición para sobrevivir y poder crecer.

9. ¿Cuáles son los principios organizacionales?

Las organizaciones deben hacer explícitos los principios y valores que inspiran la vida de la entidad. En esta forma, se crea cultura en la organización. Hay que definir la responsabilidad, independencia y autonomía de los miembros de la organización, los sistemas de apoyo a las tareas, el manejo y distribución de la información, los sistemas de recompensa, reconocimientos y sanciones, el desarrollo del talento humano.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La misión es un párrafo corto que busca integrar las preguntas anteriores. Como ejemplo, el Instituto Distrital⁸⁰ para la Recreación y el Deporte tenía la siguiente definición de su misión:

“El instituto está comprometido en promover la recreación, el deporte y el sano aprovechamiento del tiempo libre en la ciudad de Bogotá. Por tanto, debe satisfacer oportunamente las necesidades y expectativas de la comunidad, contribuyendo así al bienestar ciudadano, estimulando las prácticas comunitarias, facilitando espacios e instalaciones, básicamente en los sectores populares.

Para lograr todo esto, ha comprometido su recurso humano para contribuir a la obtención de niveles de productividad y al beneficio social de la comunidad en general”.

Las preguntas que se plantean para definir la misión son muchas, lo cual no significa que en la misión debemos incluir todo lo que se nos ocurra, pues terminaríamos con un texto muy extenso.

Se trata de redactar preferiblemente un párrafo como el que se ha colocado a manera de ejemplo y que sea la guía de la organización. Que todos los funcionarios la conozcan y tengan claro el propósito de la entidad.

Otro ejemplo es la Misión de la Sucursal Telefónica de Bancolombia⁸¹ que es la siguiente:

“Tener un canal integrado con los procesos ejecutados por Bancolombia, con el fin de brindarle a los clientes un servicio de excelente calidad y disponibilidad para la ejecución de transacciones y oferta de productos, a través de un equipo humano capacitado para atender con agilidad y eficiencia todos los requerimientos de los clientes pertenecientes a los diferentes segmentos del Banco, generando satisfacción y beneficio por la inmediatez, cobertura y atención.”

En cortas palabras, la misión define la razón de ser de la empresa y lo que busca lograr, sin entrar en demasiados detalles. Corta y concreta.

Note que no se habla de la misión de Bancolombia, sino de una de sus dependencias; es decir, misión y visión no son exclusivas de la entidad, sino que deben extenderse a cada una de las dependencias de la misma.

⁸⁰Serna, Humberto. *op. cit.*

⁸¹ <http://www.grupobancolombia.com/personal/corporativo/servicioCliente/puntosAtencion>

3. Análisis externo - Amenazas - Oportunidades

Las organizaciones tienen relaciones con su entorno o medio ambiente. Éste es el conjunto de factores, procesos y agentes que, en forma positiva o negativa, incide o puede incidir en el futuro cercano, en el cumplimiento de su misión y su visión.

Para la fundación esto es de especial importancia, pues depende de muy pocas entidades financiadoras internacionales actualmente. Éstas son, al mismo tiempo, amenazas y oportunidades, como es el caso de la financiación de la Embajada de Holanda⁸². En caso de desaparecer esta última, el futuro de la Fundación se comprometería gravemente.

Deben identificarse los factores positivos y negativos para la fundación, para conocerlos y prepararse para definir estrategias ante ellos. Se debe buscar orientarse hacia los eventos favorables y evitar los eventos perturbadores. Esta se debe convertir en una tarea permanente para las directivas de la fundación, de tal manera que tengan un conocimiento exacto del entorno en el que opera.

Es necesario poder reaccionar en forma ágil y rápida frente a los cambios dinámicos que se presentan en el entorno de la fundación desde el punto de vista social, político, económico, tecnológico e incluso geográfico.

Este análisis también ha sido bautizado como análisis PESTA (Político, Económico, Social, Tecnológico y Ambiental); algunos autores extienden a otros factores que se pueden contemplar dependiendo de la situación; sin embargo, los que se describen enseguida son los básicos.

El examen del entorno se refiere a los factores que se encuentran por fuera de la fundación y que ella no puede modificar. Entre los factores que se deben considerar al examinar el entorno, para el caso de la fundación, se encuentran los siguientes:

1. Factores económicos - situación económica

Los recursos financieros que dedican las entidades a los programas de tráfico de personas deben conocerse y analizarse.

2. Factores políticos, legales

Éstos hacen referencia al ambiente político que rodea el tráfico de personas en los países afectados y a la voluntad de los mismos para emprender campañas contra este delito. De igual manera, incluyen la

⁸² Este era el caso en la época de redactar el capítulo

receptividad en el país y la de las autoridades involucradas en el manejo del tema.

3. Factores sociales, culturales - valores sociales

Hace referencia a la actitud y valores de las personas en el país con respecto a este delito. ¿Conocemos el perfil de las víctimas potenciales en forma adecuada? ¿Conocemos el perfil del delincuente en el país en forma adecuada?

4. Factores tecnológicos - máquinas, procesos, materiales

¿Qué ventajas y desventajas tiene el apoyo tecnológico en las tareas de la fundación?

5. Factores de competencia - servicios, competencia, calidad, servicio

¿Quiénes son nuestros principales competidores por los recursos escasos que asignan las entidades financiadoras? ¿Conocemos otras entidades al nivel internacional con quienes puedan formarse alianzas, por ejemplo? ¿Tienen nuestros productos la calidad requerida por las entidades? ¿Se entregan como estaba previsto? ¿Hay demoras?

6. Factores geográficos - ubicación, espacio

¿En qué países y regiones del país se presenta el fenómeno con mayor intensidad?

El paso siguiente consiste en desarrollar la lista de factores dentro de las categorías mencionadas, y clasificarlos como oportunidades o amenazas. Se puede también ordenarlos según si se trata de un factor con efecto bajo, medio o alto (B, M, A). En esta forma, es posible tratar de anticiparse a las amenazas y aprovechar las oportunidades.

Se requiere realizar una lista exhaustiva de todos los factores posibles para eliminar posteriormente aquellos que no sean pertinentes.

La idea es que el grupo de profesionales de la fundación y sus directivos participen en la identificación de estos factores. Igualmente, este ejercicio debe desarrollarse por la cúpula de la organización donde claramente debe estar involucrado el gerente o principal directivo de la misma.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Una forma de ver estos factores es construir una matriz de la forma siguiente:

FACTORES	AMENAZA	OPORTUNIDAD	IMPACTO
1. ECONÓMICOS			
1.1. Financiadores exterior			
1.2. Financiadores en Colombia			
2. POLÍTICOS			
2.1. Países interesados			
2.2. Posición de autoridades en Colombia			
3. SOCIALES			
3.1. Valores culturales del país			
4. TECNOLÓGICOS			
4.1. El Internet			
5. COMPETENCIA			
5.1. Entidades nacionales			
5.2. Entidades internacionales			
6. GEOGRÁFICOS			
6.1. Sitios más vulnerables			

En esta matriz, que debe crearse en el grupo de discusión, cada uno de los factores debe ser definido; los anteriores son sólo un ejemplo de ellos. Se tiene adicionalmente una columna para evaluar el impacto probable del factor.

En el desarrollo de este ejercicio, es muy frecuente que las personas de la organización quieran incluir una gran cantidad de factores, lo que vuelve complejo e inmanejable el ejercicio de identificar los factores externos. No todo es amenaza, no todo es oportunidad y debe buscarse un balance entre la lista que se desarrolle.

Cada entidad, dependiendo de su propósito y misión, tendrá una lista de factores propios de la organización y eventualmente aspectos que tienen poca relevancia.

4. Análisis interno – Fortalezas y Debilidades

Este análisis consiste en evaluar la situación actual de la fundación, lo cual se debe haber realizado y presentado en un diagnóstico; sin embargo, esta información se organiza como se muestra posteriormente. Es decir, un requisito previo para este ejercicio es la realización del diagnóstico de la organización que identifique los aspectos positivos y los negativos.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Con el análisis realizado se busca identificar las fortalezas y debilidades de la fundación para después contrastarlas con las oportunidades y amenazas del entorno. Sus definiciones son las siguientes:

Debilidad: situación interna que afecta o pueda afectar en forma negativa el cumplimiento de la misión o la visión de la entidad, y que no permite aprovechar o contrarrestar una amenaza.

Fortaleza: Toda situación interna que pueda favorecer el cumplimiento de la misión o de la visión y facilita aprovechar una oportunidad y/o contrarrestar una amenaza.

La situación actual de la entidad, en cuanto a sus fortalezas y debilidades, se organiza de acuerdo a los temas siguientes:

- 1. Capacidad directiva o gerencial - uso de métodos, controles, planes**
- 2. Capacidad tecnológica - efectividad del proceso, flexibilidad**
- 3. Capacidad talento humano - entrenamiento, pertenencia, motivación**
- 4. Capacidad competitiva - satisfacción del cliente, mejoras producto, alternativas**
- 5. Capacidad financiera - facilidad de utilización, adecuación**

En este caso también se pueden construir matrices similares a las elaboradas para el análisis externo y para cada uno de los factores mencionados. Los ejemplos siguientes muestran la forma en que se pueden hacer:

CAPACIDAD DIRECTIVA	DEBILIDAD	FORTALEZA	IMPACTO
1. Imagen de la fundación			
2. Utilización de modelos de planeación			
3. Evaluación del entorno			
4. Velocidad de respuesta a cambios			
5. Flexibilidad de la organización			
6. Comunicación			
7. Habilidad para atraer y retener profesionales			
8. Habilidad para enfrentar los			

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

cambios de tecnología			
9. Sistemas de control			
10. Sistemas de evaluación			
11. Sistemas de toma de decisiones			
12. Varios			

CAPACIDAD TECNOLÓGICA	DEBILIDAD	FORTALEZA	IMPACTO
1. Cumplimiento de proyectos			
2. Tecnología de sistemas e Internet			
3. Capacidad de innovación			

CAPACIDAD TALENTO HUMANO	DEBILIDAD	FORTALEZA	IMPACTO
1. Experiencia de los profesionales			
2. Nivel académico de profesionales			
3. Estabilidad			
4. Rotación			
5. Motivación			
6. Pertenencia			
7. Remuneración			

CAPACIDAD COMPETITIVA	DEBILIDAD	FORTALEZA	IMPACTO
1. Trabajos son exclusivos y diferenciados			
2. Clientes satisfechos que retornan			
3. Costos de realización adecuados			
4. Se dedican recursos a investigación para fortalecer las áreas			
5. Los clientes se mantienen informados			
6. Hay mercadeo al exterior			

CAPACIDAD FINANCIERA	DEBILIDAD	FORTALEZA	IMPACTO
1. Horizonte financiero claro			
2. Se utiliza capacidad de endeudamiento			

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

3. Se generan recursos para el crecimiento			
4. Se cumplen los presupuestos			

Para obtener estas matrices, se acostumbra realizar un ejercicio con pequeñas hojas de papel autoadhesivas ("Post - it ®") que cada persona en la reunión va colocando en un tablero o papelógrafo, de tal manera que quien dirige el ejercicio, pueda agrupar los "papelitos" para poder llegar a la lista definitiva, descartando aquellos que no son relevantes y reuniendo en un tema aquellos que son similares.

El ejercicio se analiza hasta que exista una satisfacción o consenso de parte del grupo de asistentes.

5. Análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas)

Los ejercicios anteriores permiten construir las matrices conocidas como DOFA, para comenzar a definir las estrategias de la fundación.

Una estrategia corporativa tiene tres ingredientes:

- 1) Identificar las ventajas competitivas o distintivas; es decir, lo que la fundación realiza muy bien y la distingue de su competencia. Esto puede estar en los proyectos realizados, en las publicaciones, en su recurso humano, en la fidelidad de sus clientes, en la agilidad en los proyectos.
- 2) Identificar segmentos en el entorno; es decir, cuales son los clientes de mayor potencialidad para aprovechar las oportunidades
- 3) Encontrar el mejor acoplamiento entre las ventajas competitivas y los segmentos identificados.

Este análisis busca formular estrategias para aprovechar las fortalezas, prevenir el efecto de las debilidades, utilizar las oportunidades y mitigar o anticiparse a las amenazas.

La matriz DOFA se construye con los factores claves identificados anteriormente, como se muestra en el ejemplo siguiente:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. Mayores recursos para financiar proyectos en Estados Unidos 2. Japón desea dar financiación 3. ONGs de Cali, Eje Cafetero y Medellín desean hacer alianzas en proyectos	1. Se terminará la financiación de la Embajada Holandesa 2. Obtener financiación para los proyectos toma demasiado tiempo.
FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Las publicaciones son vehículo para nuevos proyectos 2. Se tiene reconocimiento nacional 3. Los proyectos han generado cambios en la población afectada	1. Planeación no es adecuada 2. Proyectos se prolongan más de lo previsto 3. Remuneraciones no son adecuadas 4. Dificultades financieras 5. Tecnología administrativa atrasada

El análisis DOFA consiste en relacionar oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades, preguntándose cómo convertir una amenaza en oportunidad, como aprovechar una fortaleza, como anticipar el efecto de una amenaza y prevenir el efecto de una debilidad. Para esto se construye la matriz del análisis donde en cada cuadro o celda disponible se ubican las estrategias FO - FA - DO - DA.

En cada una de ellas se busca como pensar en la combinación o combinaciones adecuadas para definir la estrategia correspondiente. Es decir:

- Cómo utilizar las Fortalezas de la organización para aprovechar las Oportunidades del entorno (FO)
- Cómo emplear las Fortalezas de la organización para anticipar el efecto de las Amenazas (FA)
- Cómo debe medir la organización sus debilidades para aprovechar las oportunidades (DO)
- Qué debe hacer la organización para eliminar las Debilidades de tal manera que pueda anticipar el efecto de las Amenazas (DA).

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

La matriz que se presenta a continuación es la que debe ser diligenciada y, de nuevo, es de gran importancia la participación de los directivos y profesionales de la fundación en su elaboración. .

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	1. Mayores recursos para financiar proyectos en Estados Unidos 2. Japón desea dar financiación 3. ONGs de Cali, Eje Cafetero y Medellín desean hacer alianzas en proyectos	1. Se terminará la financiación de la Embajada Holandesa 2. Obtener financiación para los proyectos toma demasiado tiempo
FORTALEZAS		
1. Las publicaciones son vehículo para nuevos proyectos 2. Se tiene reconocimiento nacional 3. Los proyectos han generado cambios en la población afectada	Estrategias FO	Estrategias FA
DEBILIDADES		
1. Planeación no es adecuada 2. Proyectos se prolongan más de lo previsto 3. Remuneraciones no son adecuadas 4. Dificultades financieras 5. Tecnología administrativa atrasada	Estrategias DO	Estrategias DA

De nuevo se recalca que es importante incluir en estos ejercicios aquello que es relevante y de mayor importancia, pues de lo contrario, al tratar de incluir todo lo que las persona indican puede producir un ejercicio muy complejo de analizar.

6. Objetivos estratégicos

Antes de entrar a la definición del plan estratégico, es necesario plantear los objetivos estratégicos para la fundación; éstos son los resultados globales que

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

la fundación espera alcanzar en el desarrollo y operacionalización concreta de su misión y su visión. Para esto se deben tener en cuenta todas las áreas de la fundación, dado que se trata de objetivos globales. El ejercicio del DOFA es uno de los ingredientes de este ejercicio.

Estos objetivos deben ser cuantificables para poderlos evaluar por medio de indicadores de gestión. Dentro de los objetivos deben tenerse en cuenta los aspectos siguientes:

- Sostenibilidad financiera
- Ingresos anuales
- Cubrimiento de clientes potenciales
- Incorporación de tecnología
- Imagen corporativa en el sector, en el país, en el exterior
- Calidad de las investigaciones, proyectos y publicaciones
- Desarrollo del talento humano: clima laboral, entrenamiento

Para cada objetivo global debe buscarse la definición de un proyecto estratégico y los objetivos deben poderse alcanzar; es decir, no plantear utopías. Tampoco hacer una lista muy extensa que nunca se podrá realizar.

7. Plan estratégico

Es la carta de navegación de la entidad y debe ser conocido por todos los que participan y contribuyen para que la organización alcance sus metas.

Se compone de los pocos proyectos o áreas estratégicas que deben atacarse. Deben seleccionarse los que tengan alta probabilidad de éxito y un alto impacto en la misión y visión de la organización. Deben considerarse proyectos en las áreas siguientes:

1. Cubrimiento de los segmentos de mercado
2. Reingeniería de la organización
3. Calidad total (cero errores), cumplimiento estricto de proyectos y presupuestos
4. Proyección de la imagen de la fundación
5. Modernización del talento humano
6. Modernización tecnológica

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Los proyectos deben consolidar las fortalezas y atacar las debilidades, aprovechar las oportunidades y anticipar el efecto de las amenazas. Deben ser proyectos claramente definidos y posibles de realizar, con metas cuantificables.

Los proyectos deben ser pocos con el fin de facilitar su control y seguimiento. Estos proyectos deben tener en cuenta:

- La misión y visión corporativa
- Los objetivos estratégicos
- Deben apuntar hacia las áreas en las cuales la fundación debe tener un desempeño excepcional para asegurar su éxito entre las entidades financiadoras
- Deben ser el producto de un consenso sobre las áreas prioritarias

Para cada proyecto se plantea una estrategia; es decir, "cómo" será realizado el proyecto indicando las actividades que deben ser desarrolladas para lograrlo.

Esto da lugar al Plan de Acción o Plan Operativo para cada proyecto, como se indicó en el capítulo anterior. Para esto deben contemplarse los puntos siguientes:

- Establecer un indicador de éxito global para el proyecto

Por ejemplo: presentar 10 propuestas a embajadas de países afectados por el problema de tráfico de personas.

- Definir las tareas que deben desarrollarse para lograr cada estrategia
- Definir el calendario de tiempo para la realización
- Definir las personas responsables de cada actividad
- Definir las necesidades de recursos para realizar las actividades
- Identificar las limitaciones y obstáculos que se pueden encontrar para la realización de la estrategia

Estos puntos responden a las siguientes preguntas:

- Qué debe hacerse (Tareas, acciones)

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

- Cuándo se debe hacer (Tiempo)
- Cómo se debe hacer (Estrategia)
- Quién lo debe hacer (Responsables)
- Con qué recursos (Recursos, presupuesto)
- Qué resultados se esperan (Metas)
- Cómo medir los resultados (Indicadores de gestión)

Para cada proyecto debe realizarse un presupuesto dentro del tiempo asignado para su realización, que identifique y cuantifique los recursos asignados a cada actividad.

Los proyectos deben ser conocidos por todos los funcionarios de la fundación con el fin de que cada cual contribuya al éxito de los mismos y siempre tenga presente que su contribución personal es de gran importancia.

EJERCICIO: Con la escasa información que usted tiene de esta lectura, intente plantear algunos proyectos para la fundación

CAPÍTULO 16. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN

Jorge Hernán Cárdenas S⁸³

¿Alguna vez se ha preguntado por el éxito que tienen compañías como Google y Amazon?

Google es el más grande buscador de datos alrededor del mundo, desarrollado en 1995 por Serguei Brin y Larry Page, dos estudiantes de doctorado en Informática en la Universidad de Stanford. Por su lado, Amazon es el más exitoso intermediario dentro del mercado virtual, fue desarrollado por Jeff Bezos, durante la misma época que se desarrolló Google. Ambas compañías sobrevivieron la crisis de los "dot com" al inicio del 2000, mostrando que eran lo suficientemente rentables para crecer y desarrollarse alrededor de los años. Pero, ¿Qué tienen en común estas ideas de negocio y las personas detrás de ellas? La respuesta es el EMPRENDIMIENTO.

Serguei Brin y Larry Page, co fundadores de Google y unos de los más exitosos empresarios en el momento, desarrollaron el algoritmo más robusto de búsqueda de datos por internet durante su estancia en la Universidad de Stanford; al momento del desarrollo de la idea, no se tenía una gran infraestructura tecnológica, ni tampoco los mayores recursos, pero gracias a las características personales de Brin y Page, la idea logra surgir. Ellos, logran la movilización de recursos para poder sacar el proyecto adelante.

Dentro de este capítulo⁸⁴ se analizarán conceptos claves como emprendimiento, planes de negocio, oportunidades de mercado, así como las características de un buen emprendedor. Así mismo, se analizarán casos exitosos de emprendimiento Colombiano, que se consideran relevantes dentro de la industria nacional e internacional.

Al inicio de sus carreras, los empresarios generalmente no tienen los recursos suficientes para financiar un gran sueño, pero eventualmente, si están comprometidos con llevar a cabo su idea de negocio, el empresario debe tener la capacidad de movilizar recursos. Esta movilización permite que a partir de recursos de inversionistas, productos o insumos de proveedores y entidades financieras o de otras empresas, la idea de negocio se pueda materializar. De esta forma, un empresario debe tener las competencias interpersonales suficientes para no solo tener la idea, sino también para movilizar los recursos que

⁸³ Director de Oportunidad Estratégica, ex decano Facultad de Administración Uniandes.

⁸⁴ Este capítulo contó con el apoyo de la estudiante Ana María Guerrero y Lina Cuartas profesional de Oportunidad Estratégica

requiera para llevar a cabo esa materialización. Muchas veces los capitales necesarios son enormes, pero una idea poderosa, bien presentada, y con una visión empresarial respaldando, puede aunar los recursos requeridos. Los buenos emprendedores son hábiles llenando la brecha de recursos requeridos y generando los compromisos indispensables para surgir.

¿Qué es emprendimiento? Algunas definiciones importantes.

"Mucho de lo que se oye acerca de emprendimiento, está todo mal entendido. No es magia, no es la explicación de un misterio y no tiene nada que ver con los genes. Es una disciplina y como toda disciplina se puede aprender."

Peter Drucker (Innovation and Entrepreneurship, 1986)

Peter Drucker, considerado uno de los mayores filósofos de la administración en el siglo XX, establece que el emprendimiento es una disciplina, que con los elementos adecuados se puede aprender. Todo emprendedor tiene unos hábitos preestablecidos: es curioso, explora posibilidades, es disciplinado, tiene una amplia capacidad de relacionarse con las personas, moviliza recursos y por lo general termina las cosas que inicia; sin embargo, cualquier persona puede llegar a ser un emprendedor, puede adquirir las habilidades con las que cuenta un emprendedor innato.

El emprendimiento puede ser definido como el proceso de movilizar recursos para el aprovechamiento de una oportunidad en particular. Cualquier empresario, cualquiera incluso los de Google, pueden ser vistos como unos jóvenes que están movilizando una cantidad de recursos para alcanzar la oportunidad de atender una necesidad latente en su comunidad, o en el mundo. En el caso de Google, la necesidad latente era ofrecer un algoritmo robusto para la búsqueda de información en internet, en el contexto de un creciente número de publicaciones en la red. Estos jóvenes advirtieron que el mejor modelo de negocio y el mejor algoritmo sería una necesidad real, lo extraordinario es que lograron materializar su visión.

¿Cómo aprender esta disciplina?, Peter Drucker establece que para convertirse en emprendedor existen diferentes caminos; uno puede ser el relacionarse con otros emprendedores, de tal forma que se observen las habilidades que tienen esas personas para conseguir lo que quieren. Otra forma de convertirse en emprendedor es participar en ruedas de negocios. Estas ruedas permiten desarrollar en el emprendedor las

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

capacidades interpersonales necesarias para dar a conocer una idea y obtener recursos para desarrollarla, ayudan a que el emprendedor aprenda cómo obtener los recursos para la consecución de objetivos. Así mismo, se puede aprender la disciplina del emprendimiento estudiando sobre casos empresariales, de tal forma que se identifiquen todas aquellas características que llevaron a las compañías relacionadas dentro del caso a una posición determinada. Si el emprendedor se compromete a desarrollar los anteriores puntos, en un momento dado el comportamiento del emprendedor comienza a ser más natural.

Al igual que muchas otras disciplinas, el emprendimiento puede ser definido de diversas formas según la perspectiva desde la cual se analice. Citando al profesor Richard McCline, Ph.D, profesor de la Universidad de Georgia y emprendedor experimentado, el emprendimiento puede ser definido *como la identificación y logro de las oportunidades más allá de los recursos que se controlan actualmente.*

Esta definición está bastante ligada con la definición de emprendimiento de Peter Drucker. Las dos describen el emprendimiento como un camino para el logro de oportunidades identificadas a partir de un problema o necesidad latente dentro de la sociedad. Por un lado Drucker establece que para conseguir oportunidades hay que seguir una disciplina, mientras que McCline establece que para desarrollar las oportunidades identificadas hay que conseguir más recursos de los que se cuenta actualmente.

Jorge Hernán Cárdenas Santamaría, director de la firma Oportunidad Estratégica e Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes, concuerda con Drucker al momento de definir el emprendimiento. Como tal, el emprendimiento es un proceso que requiere tanto habilidades analíticas como competencias interpersonales, comportamientos creativos e innovadores, personas tolerantes al cambio y con el compromiso casi apasionado con una idea, de tal forma que se dediquen todas las energías y recursos necesarios para crear productos de valor. Se requiere superar mitos con relación al empresariado, entre los cuales sobresalen: "los empresarios nacen y no se hacen" sin reconocer el proceso gradual y permanente del desarrollo del empresario; "lo que se requiere para ser exitoso es un poco de suerte" y no un trabajo sistemático, creativo y riguroso; "para ser empresario se necesita una holgura financiera y mucho dinero", más que una idea de negocios robusta y sólida y un grupo de personas comprometidas con las misma. O lo que es peor, "de la noche a la mañana alguien puede volverse empresario y en un par de años el empresario debe enriquecerse" en

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

vez de reconocer el trabajo cuidadoso, disciplinado y perseverante. Y también ponderar la afirmación ligera: "El empresario como tomador de riesgo" más que alguien capaz de reducir y mitigar el riesgo por sus conocimientos detallados y cuidadosos de las iniciativas que promueve.

¿Qué habilidades debe tener un emprendedor?

Tal y como establecen Drucker, McCline y Cárdenas, un emprendedor debe tener características especiales para poder llevar a cabo su idea de negocio, consiguiendo los recursos necesarios para desarrollarla. Estas habilidades deben ser tanto analíticas como competencias interpersonales.

Las habilidades analíticas ayudan al emprendedor para determinar si un negocio es bueno o malo, respondiendo a las siguientes preguntas:

- ¿Vale la pena desarrollar la idea?
- ¿Por qué debería desarrollarla?
- ¿Qué me lleva a pensar que una idea de negocio es buena?
- ¿El negocio se va a sostener?
- ¿Cuánto va a durar la oportunidad de negocio?
- ¿Tengo la capacidad suficiente para entrar en el negocio?

Como tal, las habilidades analíticas ayudan al emprendedor a emitir un juicio de valor frente a la idea de negocio, ayudándolo a decidir si vale la pena o no llevar a cabo el proyecto.

Por otro lado, las competencias interpersonales y de comunicación radican en qué tanto se puede convencer a la gente para llevar a cabo la idea de negocio. Permiten establecer cómo puedo generar valor a los otros a partir de la idea de negocio de tal forma que se generen alianzas que ayuden al desarrollo de la propuesta. Por ejemplo, si se trata de convencer a un trabajador, como puede venderse la idea de negocio para que esta sea atractiva para él; si es una persona que va a financiar el proyecto, las características interpersonales ayudan a generar confianza en el otro de tal manera que sea más fácil conseguir la financiación.

Las competencias de comunicación se explotan cuando está claro el propósito de lo que se quiere comunicar: el mensaje. Tres preguntas obvias e importantes son: ¿Cuál es el mensaje adecuado?, ¿cuál es el lenguaje apropiado? y ¿cuál es el canal adecuado? El buen comunicador de ideas debe distinguirse por su capacidad por obtener, enriquecer y transferir información e ideas valiosas para la creación de su empresa, y

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

por su capacidad de que su mensaje se entienda cabalmente y no llegue distorsionado. Algunas preguntas generales para valorar sus comunicaciones interpersonales son las siguientes:

¿Clarifica el mensaje que quiere enviar y precisa sus ideas antes de comunicarlas? , ¿simplifica su lenguaje?, ¿se asegura de que le entiendan?.

Además de habilidades analíticas e interpersonales, el emprendedor debe tener gran capacidad de adaptación. Todos los emprendedores identifican oportunidades de negocio ante momentos de cambio. Un ejemplo de esto es Google. Serguei Brin y Larry Page, identificaron una oportunidad ante el surgimiento del internet. Este acontecimiento cambió la dinámica de los negocios, ayudando a que aquellas compañías que toman ventaja de un cambio tecnológico tengan más oportunidades de sobrevivir en el mercado. Los cambios en el entorno pueden ser económicos, legales, tecnológicos y sociales; independientemente del cambio que se dé siempre se va a generar una oportunidad.

Los emprendedores son buenos para sentir estos cambios en el entorno y se anticipan a ellos. De ahí que se genere un valor agregado, el valor de llegar primero y generar una ventaja ante competidores. Tener la ventaja del primer jugador. Tal y como establece el profesor McCline, *los buenos emprendedores son buenos en momentos de peligro e incertidumbre, manejando ampliamente situaciones donde no todo es bastante claro.*

Oportunidades de mercado

"Las oportunidades abundan y los expertos de mercadeo las pueden sentir y leer con facilidad. Es un área donde existe una necesidad e interés vigente o latente del comprador y en el cual hay además una alta probabilidad para que, nuestra compañía se desempeñe de manera exitosa en el mercado y atendiendo la necesidad."

Philip Kotler.

Los emprendedores identifican oportunidades ante cambios en el entorno, estas oportunidades pueden ser desarrolladas como ideas de negocio. Según el profesor McCline, una idea de negocio en el mundo actual debe poder adaptarse, responder rápidamente a los cambios que están más allá de su control y ser lo suficientemente innovadora para que contribuya a los cambios en un entorno relevante. Las ideas de negocio son las oportunidades que se identifican, las cuales son el

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

objeto de ser del proyecto a desarrollar y sobre las cuales se debe trabajar. Estas ideas generan oportunidades de mercado y son desarrolladas dentro de un plan de negocios.

Los jóvenes que crearon el algoritmo de Google tenían una cosa muy clara: el internet se ha masificado, el número de compradores se va a masificar, se va a hablar sobre verdaderas redes conectadas de ciudadanos y se requiere un gran proveedor de algoritmos de búsqueda, puesto que resuelve grandes problemas, resuelve el problema de encontrar la información requerida. Ellos identificaron una necesidad latente, es decir una necesidad que no era en su momento tan evidente o clara, convirtiéndola en un éxito hoy en día. El emprendedor trabaja bajo estas necesidades, siempre está pensando en lo que no es tan visible para los otros.

Dado que el emprendedor ve el cambio como oportunidades, existen diversas formas de encontrar dichas oportunidades en el mercado. Algunas de ellas son:

- Ofrecer algo que tiene exceso de demanda.
- Ofrecer productos o servicios en forma nueva o superior.
- Ofrecer un nuevo producto o servicio.
- Crear una propuesta de valor no existente anteriormente en el mercado.

La mayoría de las personas tiende a pensar que los emprendedores son aquellos que crean una nueva propuesta de valor, sin embargo existen diversos tipos de emprendedores que no solo se centran en ofrecer algo nuevo en el mercado, sino en tomar lo existente, transformarlo y suplir una necesidad identificada en el mismo. Tener y desarrollar una idea de negocio no mide el éxito del emprendedor, es su re imaginación del mercado lo que hace que un emprendedor sea exitoso.

De esta forma, un emprendedor no solo debe identificar una buena oportunidad de mercado sino que debe trabajar para obtener rendimientos superiores al promedio del mercado con su idea de negocio. Estos rendimientos serán entendidos como los márgenes de rentabilidad que presenta un negocio dentro del mercado: entre mayores sean estos rendimientos mejor será el desempeño de la idea de negocio o concepto.

Algunos de los factores que mejoran la rentabilidad, definidos por Sharon Oster, profesora de la Escuela de Administración y Emprendimiento de la Universidad de Yale son:

1. Entrar en una industria muy atractiva o estar en una industria benigna:

Una industria atractiva será aquella que cuente con un alto porcentaje de ganancias con respecto al valor de la inversión. Dentro de esta industria existen altas barreras de entrada, por lo que aquellas ideas lo suficientemente innovadoras y bien desarrolladas podrán entrar dentro del mercado y generar ingresos superiores al monto asociado a la inversión inicial. En cuanto a las industrias benignas, estas son definidas como aquellas donde la competencia no es tan agresiva y se puede lograr una amplia participación de mercado. Dentro de las industrias benignas se desarrollan mejores relaciones con los clientes, que luego se traducen a una mayor participación dentro del mercado y por ende mayores ingresos.

2. Desarrollar enorme talento empresarial, ser la primer empresa en ver y aprovechar oportunidades lucrativas, y desarrollar ventajas de primer jugador:

Este punto está asociado principalmente al concepto de innovación. Ser el primero en identificar una oportunidad de negocio garantiza la creación de un mercado específico asociado a dicha necesidad identificada. Como se es el primero en ofrecer una solución a un problema que la gente no sabía que existía de forma directa, se hace posible acaparar todo el mercado teniendo oportunidades de desarrollo y expansión. Este factor es también llamado "La Estrategia del Océano Azul", donde a partir de una idea de negocio se crea todo un nuevo mercado libre de competencia. El mejor ejemplo para entender la ventaja de primer jugador es El Circo del Sol⁸⁵. Los creadores del Circo del Sol redefinieron la forma de presentar un espectáculo de circo, siendo los primeros en integrar a ese tipo de espectáculo una serie de elementos que los hacen únicos y diferentes en el mercado. No existen espectáculos parecidos al Circo del Sol, y si llegaran a existir, estos tendrían que lidiar con la amplia ventaja y desarrollo que tiene la empresa dentro del segmento de mercado que ellos mismos crearon.

3. Construir, desarrollar y proteger una genuina ventaja competitiva:

Michael Porter, profesor de Harvard Business School y uno de las más importantes autoridades globales reconocidas en estrategias de empresa, desarrollo económico de las naciones y la aplicación de la competitividad empresarial a la solución de problema, define la ventaja competitiva como aquellos factores que le dan a una compañía cierta superioridad con respecto a sus compañías competidoras. Ante un buen

⁸⁵ <http://www.cirquedusoleil.com/es/home.aspx>

desarrollo de una ventaja competitiva, el emprendedor está en capacidad de ofrecer al cliente un producto diferenciado, permitiendo en efecto, que el emprendedor pueda destacarse dentro del mercado.

Por mencionar un ejemplo, muchas de las ventajas competitivas desarrolladas hasta el momento por el país en materia de industria floricultora podrían ser copiadas con facilidad por la competencia: costos razonables de producción, sistemas de distribución sofisticados, alguna variedad de flores producidas. Por lo tanto, se necesita seguir construyendo nuevas ventajas comparativas y ojalá ventajas más complejas y no tan fácilmente imitables.

Las oportunidades de mercado siempre están presentes; es cuestión del emprendedor aprender a identificarlas y desarrollarlas de manera adecuada, de tal manera que pueda re imaginar el mercado y ser exitoso dentro del mismo.

Plan de negocios

Una vez identificada la oportunidad de mercado, el emprendedor plasma su idea de negocio en un documento llamado plan de negocios. Si un plan de negocios es exitoso, las posibilidades de movilización de recursos para su desarrollo son aún mayores. Este documento puede verse como la forma de comercializar una idea con todos los elementos del entorno que la hacen única.

El plan de negocios es un documento que debe justificar y describir de manera adecuada y clara la idea de negocio. No se busca mostrar los beneficios y fortalezas que el desarrollo de la idea generaría para el inversionista, sino mostrar de manera realista las soluciones a los problemas, riesgos, obstáculos que identificó el emprendedor. Un plan de negocios puede ser usado para propósitos específicos. Un objetivo puede ser obtener nuevos recursos para el desarrollo de un producto o el marketing de un producto. Según el libro "***The Business Plan Workbook***", existen 6 razones por las cuales se debe escribir un plan de negocio:

1. Generar un camino

La escritura de un plan de negocio ayuda a responder a la pregunta "¿En qué negocio me encuentro?". De tal forma que se crea una idea en general sobre los aspectos del negocio, los cuales incluyen mercado y competencia, permitiendo establecer la dirección que debe seguir el emprendedor para el desarrollo de su idea de negocio y definir si se quedará en un negocio o creará uno nuevo.

2. Hacer un estudio de factibilidad

El plan de negocio ayuda a establecer la viabilidad de la idea por medio de aspectos tales como: ingresos, utilidades, facilidad de financiamiento, barreras de entrada al mercado y evaluación de competencia.

3. Ser un mejor tomador de decisiones

Cuando el emprendedor desarrolla un plan de negocios se anticipa a los problemas que puede tener su idea de negocio. Así mismo, durante el desarrollo del documento se genera una búsqueda de información que permite a los desarrolladores del proyecto tomar decisiones más informadas sobre la idea que se está construyendo.

4. Revisar la realidad

El plan permite analizar el entorno bajo el cual se desarrollará la idea de negocio. Este permite cambiar y mejorar ideas que ya se daban por asumidas, así como identificar las fortalezas y debilidades que se pueden presentar durante la ejecución del proyecto.

5. Es una guía y herramienta de medición

El plan de negocios actúa como una guía para el desarrollo de la idea de negocio y permite medir el progreso contra las expectativas. El establecimiento de objetivos dentro de un plan de negocio, permite evaluar que tan cercano el desarrollo de la idea esta con respecto a dichos objetivos, así como las estrategias que se deben llevar a cabo para la real consecución de dichos objetivos.

6. Herramienta de ventas

El plan de negocios es un documento que finalmente sirve para vender la idea de negocio como una oportunidad de inversión a potenciales inversionistas y compañeros. Este es el principal objetivo de desarrollar un plan de negocios.

El documento debe tener todos aquellos aspectos relevantes para el desarrollo y venta de una idea de negocio. Dichos aspectos determinan la estructura que debe llevar todo plan de negocios. De forma general, el plan debe contener los siguientes módulos:

- **Resumen ejecutivo**

El resumen ejecutivo es un documento que describe el plan de negocios de manera clara y concisa. Permite que el lector conozca los aspectos

importantes de la oportunidad de inversión y capture el interés del mismo. A partir del resumen ejecutivo, un posible inversionista puede decidir si la oportunidad de negocio es atractiva o no.

- **Explicación de la oportunidad identificada y solución a dicha oportunidad**

Como se ha dicho a lo largo de este capítulo, los emprendedores identifican oportunidades de mercado que se convierten en ideas de negocio las cuales se desarrollan dentro de un plan de negocios. Dentro del plan de negocios es fundamental explicar con claridad la oportunidad identificada, basándose principalmente en el alcance que tiene dicha oportunidad. Para un inversionista será más atractiva una oportunidad de negocio que tenga un alto impacto tanto social como financiero.

Una vez descrita la oportunidad de negocio, se debe explicar al lector la solución a esa oportunidad identificada. Una buena solución cautiva el interés del inversionista, debido que finalmente la financiación que se pueda obtener está destinada al desarrollo de la solución del negocio. Dentro de la descripción de la solución se deben resumir los recursos requeridos para llevar a cabo la idea. Las anteriores descripciones son necesarias puesto que permiten informar al lector exactamente del impacto que tiene el desarrollo de la idea y permite comunicar la necesidad de recursos para hacer realidad el negocio.

- **Plan de mercadeo**

Esta sección comunica al lector el segmento de mercado sobre el cual se va a desarrollar la idea de negocio, así como las características principales de dicho segmento. A partir de la identificación del segmento de mercado, se establece una estrategia para destacarse dentro del mismo y ganar cierto porcentaje de participación.

Sin una adecuada estrategia de mercadeo, la comunicación de productos y servicios al segmento de mercado objetivo será difícil, disminuyendo las ganancias de la compañía. Una estrategia de mercadeo adecuada es crucial para el éxito de cualquier negocio.

" El mercadeo existe para entender, crear, comunicar y entregar valor al cliente". "El mercadeo es el arte de encontrar, desarrollar y alcanzar el beneficio económico implícito en las oportunidades disponibles o potenciales".

Philip Kotler

- **Plan de operaciones**

El plan de operaciones explica cómo se van a llevar a cabo todas las tareas necesarias para desarrollar la idea de negocio. Dentro de este plan se deben definir las estrategias de ejecución y los planes de

manufactura y desarrollo, así como las personas responsables por cada una de dichas tareas.

Este plan establece los pasos mediante los cuales se va a llevar a cabo la idea de negocio, los cuales deben ser manejados de manera adecuada para asegurar éxito a la compañía.

- **Planeación financiera**

Este plan permite ilustrar a los lectores sobre los aspectos financieros más relevantes dentro del negocio. A partir de esta planeación financiera, un posible inversionista debe determinar si un negocio es rentable o no. Dentro de la planeación financiera, el lector debe poder ver los siguientes estados financieros, proyectados a un periodo específico de tiempo:

- Estado de Pérdidas y Ganancias
- Balance General
- Flujo de Caja

El módulo de planeación financiera es uno de los más importantes dentro del plan de negocios, dado que permite asegurar un adecuado manejo de los ingresos y gastos para así producir las utilidades esperadas por todos aquellos relacionados con la idea de negocio.

- **Capital social/Recursos Humanos**

En esta sección se hace una descripción de aquellos quienes serán responsables por el manejo del negocio. Este módulo ayuda a resumir las responsabilidades y el rol de cada uno de los miembros del equipo gerencial.

"Inicie con gente buena, ponga las reglas, comuníquese con sus empleados, motívelos y recompénselo. Si usted hace todas esas cosas con eficacia, no perderá el camino"

Lee Iacocca⁸⁶

- **Conclusiones /Acciones:**

En esta sección se plantea una especie de compromiso con los posibles inversionistas, dentro del cual se establece como se generarán los máximos retornos sobre las inversiones que ellos hagan y el éxito del negocio. En esta parte es donde se comunica la confianza que el emprendedor tiene en su idea y en la forma en la que piensa materializar.

⁸⁶ Industrial estadounidense, conocido por su renacimiento de la marca Chrysler en la década de 1980 cuando era presidente de la compañía.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Como se dijo al inicio de esta sección, el plan de negocios busca vender la idea a posibles inversionistas para la movilización de recursos y así obtener financiamiento. Muchas veces este financiamiento puede venir de la participación en concursos de emprendimiento y planes de negocios. Dentro de estos concursos se evalúan diversos aspectos que deben ser evidentes en el plan de negocio, tales como: grado de innovación de la idea, alcance del desarrollo de la idea de negocio, propuesta de valor, posibilidad de desarrollar una verdadera ventaja competitiva la cual sea sostenible alrededor de los años, entre otros. Todos estos aspectos se evalúan dentro de una matriz de calificación que tiene cada uno de los jueces dentro del concurso. Anexo a este capítulo se muestra una tabla de calificación del concurso McGinnis Venture Competition, el cual se realiza en la universidad de Carnegie Mellon en Estados Unidos. Los aspectos relevantes dentro del plan de negocios se clasifican de 0 a 10 de acuerdo a la consecución del objetivo planeado dentro de la matriz de calificación. Preguntas tales como: ¿Es la ventaja competitiva del negocio sostenible?, ¿Existe una entrada viable dentro del mercado, así como una estrategia de crecimiento?, ¿El documento está escrito de forma lógica, entendible y clara?, entre otras, ayudan a los jueces a evaluar cada una de las oportunidades de negocios que se presentan en los concursos y determinar si estas son oportunidades atractivas para inversionistas.

A continuación se muestra una tabla resumen sobre los posibles resultados que se pueden obtener en la calificación de una idea de negocio, tomando como referencia el formato de evaluación de ideas de negocio del concurso de la Universidad de Carnegie Mellon.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Puntaje	0	2	4	6	8	10
Resumen Ejecutivo • ¿Despierta interés?	Cero Interés	Poco interés	Interés medio	Interés alto	Interés muy alto	Fascinante, dan ganas de leer más
Producto / Servicio • Valor del cliente	Grupo objetivo definido vagamente, el valor no se reconoce	Grupo objetivo definido pero difícil de reconocer, como máximo es marginal	Segmentación de mercado y grupo objetivo definido, valor definido pero bajo	Segmentación de mercado y grupo objetivo definido, valor definido medio	Segmentación de mercado y grupo objetivo definido, valor definido alto	Segmentación de mercado y grupo objetivo definido persuasivamente, valor definido alto
Plan Comercial • Captura de mercado y competencia	Competencia muy fuerte, y/o baja captura de mercado	Fuerte competencia activa o esperada en el corto plazo, y/o captura de mercado relativamente baja	Competencia media, activa o esperada, en el corto plazo, fuerte competencia esperada en el mediano/largo plazo, y/o participación de mercado media	Competencia relativamente baja activa o esperada, en corto plazo, competencia media esperada en el mediano plazo; y/o participación de mercado arriba del promedio	Competencia débil, activa o esperada, en el corto plazo, competencia media esperada en el mediano plazo, y/o participación de mercado arriba del promedio	No hay competencia establecida o esperada en el corto plazo; competencia débil esperada en el mediano/largo plazo; alta participación de mercado
Plan de implantación	No ha sido pensado, planeación irrealista e incompleta	No ha sido suficientemente pensado, planeación tiene bastantes vacíos	Ha sido desarrollado con algo de realismo, pero se encuentran problemas	Se ha desarrollado bien, con una planeación realista y casi completa	Muy bien pensado, con planeación realista y completa	Excelente planeación, con detalle necesario y realismo
Innovación	La idea no es innovadora y no refleja valor al cliente	La idea es innovadora en uno de los dos sentidos de la matriz pero no hay una clara diferenciación en el mercado	La idea es innovadora ya sea en el sistema de negocio o como nuevo producto o servicio	La idea es innovadora con una clara diferenciación en el mercado en uno de los dos aspectos de la matriz	Hay una clara diferenciación en el mercado y valor agregado para el cliente	La idea es innovadora tanto en el sistema de negocio como en el producto o servicio que ofrece y agrega un claro valor al cliente

Tabla 1. Ejemplo matriz de calificación plan de negocios.

Como se ve en la matriz anterior, entre más claro sea el plan de negocios, es mayor la posibilidad de que el inversionista identifique todos los aspectos claves del negocio y se vea atraído por la idea, considerando así la posible financiación de la misma.

Oportunidades de crecimiento, el momento de emprender

Desde hace unos años, a partir de la crisis económica mundial, sectores en países como Estados Unidos y algunos en Europa, han disminuido considerablemente sus oportunidades de crecimiento. Según la Revista Semana, en su artículo "Emprendimiento en Colombia, tiempo de actuar"⁸⁷, América Latina estaba empezando a convertirse en una de las regiones del mundo con mayor atractivo para las inversiones, por lo que

⁸⁷ Artículo publicado en el mes de noviembre de 2010.

los gobiernos de todos los países de esta región debían impulsar el crecimiento de la economía.

Colombia se encuentra en un proceso de crecimiento económico importante, los especialistas en este campo ven a Colombia como una región donde se pueden hacer inversiones que generaran rendimientos buenos y seguros. Para impulsar el crecimiento económico, el gobierno colombiano ha desarrollado diversas estrategias que fomentan el emprendimiento. La mayoría de éstas corresponden a alianzas estratégicas entre diversas organizaciones, tanto públicas como privadas, que permiten a los emprendedores encontrar financiamiento para transformar en realidad sus ideas de negocio.

Muchas de las organizaciones que apoyan a emprendedores basan su decisión en concursos sobre planes de negocios en los cuales, como ya se presentó en la sección anterior, deben presentarse los componentes más estratégicos para darle viabilidad una idea de negocio. Algunas de las fundaciones y organizaciones que apoyan a los emprendedores en Colombia son:

- **Innpulsa Colombia** (www.innulsacolombia.com)

Innpulsa es una unidad del gobierno cuyo objetivo es impulsar la innovación y el emprendimiento en Colombia con el apoyo de Bancoldex y el Ministerio de Industria y Turismo.

A través de sus programas busca el fortalecimiento del emprendimiento dinámico y la innovación empresarial, generando alianzas entre los sectores público, privado y la academia. Innpulsa ofrece herramientas financieras y no financieras para fortalecer el emprendimiento, incidiendo en la cultura de la innovación en el país, promoviendo acciones para crear un entorno donde el emprendimiento y la innovación sean una constante.

- **Connect Bogotá Región** (www.connectbogota.org)

"Ante una infraestructura débil: La innovación"

Es una empresa gestada desde las academias, en alianza con el sector público-privado, que busca principalmente fomentar la innovación en el país. "Connect hace parte de la red mundial Global Connect, compuesta por más de 40 organizaciones en todo el mundo, que buscan impulsar la innovación, replicando el modelo de San Diego Connect, el cual ha ayudado a la formación y desarrollo de más de 1000 empresas".

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Por medio de sus programas ofrece asesoría a empresas con bases científicas o tecnológicas, mediante las cuales evalúa sus fortalezas, explora posibilidades e identifican oportunidades de mercado. El programa Connect es considerado como uno de los más exitosos del mundo generando alianzas entre emprendedores y empresarios con los recursos que necesitan para tener éxito en el mercado.

- **Fundación Bavaria** (www.bavaria.com.co/5-11/fundacion_bavaria_ds)

La fundación Bavaria es una entidad sin ánimo de lucro que busca desarrollar programas de inversión social que contribuyan a la generación de empleo, buscando mejorar la calidad de vida de los colombianos. Por medio de la implementación de programas tales como: Red de emprendedores, Red de mentores, Destapa Futuro y Red de Ángeles Inversionistas; la fundación Bavaria ha ayudado a transformar ideas de negocio en una realidad.

- **Red de Emprendedores** (www.redemprendedoresbavaria.net)

La red de emprendedores es una iniciativa diseñada para apoyar el desarrollo económico y fortalecimiento de la actividad empresarial en Colombia. Algunas de las empresas que hacen parte de esta red de emprendedores son:

- ❖ **Feyod:** Empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de accesorios innovadores para baños, como: Fluxómetros electrónicos publicitarios (Modelo patentado), Fluxómetros electrónicos inteligentes para sanitarios, grifería de sensor, iluminación de agua con led, entre otros. Todos los productos tienen un alto impacto ambiental y están encaminados a la preservación y mantenimiento del medio ambiente.
- ❖ **Construcciones y materiales en tierra:** Empresa dedicada a la producción y comercialización de materiales de construcción fabricados en tierra cruda. Dan asesoría y consultoría en el diseño y construcción de estructuras con una arquitectura sostenible y materiales ecológicos completamente seguros.
- ❖ **Progal BT S.A:** Compañía dedicada a la elaboración de suplementos dietarios orientados a fortalecer el sistema inmunológico y otros sistemas biológicos.

- **Destapa Futuro (www.bavaria.co/7-11/destapa_futuro_ds)**

Es uno de los programas de apoyo al emprendimiento de carácter privado más grandes del país. Busca apoyar a los emprendedores en transformar sus ideas en empresas auto sostenibles y con sólidas bases para crecer. Este programa responde a la falla en el mercado de oferta de capital para empresarios en edad temprana.

A través de sus actividades logra la alineación de varias organizaciones, tanto públicas como privadas, fortaleciendo el emprendimiento en Colombia. Así mismo, otorga capital semilla a los emprendedores y le brinda un acompañamiento profesional para desarrollar sus ideas de negocio.

- **Ángeles Inversionistas**

Es una iniciativa apoyada por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), mediante la cual se provee apoyo económico a los emprendedores en proyectos con una gran capacidad de generar valor. Este programa logra que un mayor número de emprendimiento innovadores y de alto potencial se consolide y sean exitosos, facilitando por medio de la financiación, el desarrollo de las ideas.

Dentro de las actividades claves del programa se realizan ruedas de inversión en Bogotá, Barranquilla y Medellín, así como financiamiento por montos que van desde los \$25.000USD hasta los \$250.000 USD por empresa.

- **Organización Ventures (www.ventures.com.co)**

Ventures es una corporación que busca la promoción de proyectos a nivel nacional, regional e internacional. A partir de sus programas y alianzas estratégicas, promueve la creación y crecimiento de proyectos empresariales sostenibles, atrayendo capital por parte de los inversionistas para así empoderar a los emprendedores para que exploten su potencial y ayuden al crecimiento sostenible del país.

En colaboración con la revista Dinero, realiza continuamente un concurso de planes de negocios, dentro del cual se detectan ideas con potencial y se transforman en realidades con una asesoría estructurada. La organización Ventures cuenta con más de 4021 equipos de emprendedores asesorados, 9643 ideas de negocio evaluadas y \$2800 millones entregados en efectivo y en especie para el desarrollo de las ideas de negocio.

Emprendedores exitosos en Colombia

A lo largo de este capítulo se han discutido ideas como emprendimiento, habilidades de un emprendedor, identificación de oportunidades de negocio, estructuración de las ideas de negocio y la oportunidades de emprendimiento en Colombia. Esta sección busca mostrar algunos ejemplos de empresarios emprendedores y altamente exitosos en Colombia, quienes gracias a sus habilidades analíticas e interpersonales, han logrado mantenerse en el mercado alrededor de los años.

Se destacan a continuación las experiencias de Yonatan Bursztyn (Totto), Carlos Enrique Piedrahita (Nutresa), Arturo Calle (Arturo Calle), Juan Salcedo y Andrés Gutiérrez (Tappsi).

- **Yonatan Bursztyn – Totto: (www.totto.com)**



Totto nace en 1987 como Nalsani S.A, diseñando maletines producidos en lona. En 1988 adquiere una licencia de Walt Disney gracias a la cual lanza una colección infantil. Durante 1989 comienza a darle giro a sus canales de distribución inaugurando el primer punto de venta directo de fábrica.

Durante los últimos 23 años, la compañía se ha dedicado al proceso de expansión. En el 92 abre la primera tienda internacional en Ciudad de Quito; así mismo, abre franquicias en Costa Rica con la primera tienda Totto en el país. En el 2000 empieza a operar como franquiciante y posteriormente desarrolla una línea de ropa femenina. Durante el desarrollo de la compañía, Bursztyn crea alianzas estratégicas que lo llevan a patrocinar al equipo olímpico colombiano en Atenas. Así mismo, expande su arsenal de productos, pasando de maletas y ropa femenina a la producción de una línea de relojes.

Actualmente la empresa cuenta con más de 230 puntos de venta en 38 ciudades, 30 franquicias nacionales, más de 500 clientes activos a través del canal de negocios empresariales y 40.000 fidelizados por CRM.

Burzstyn es un claro ejemplo de que el emprendedor no para. Tutto se encuentra en diversos países alrededor del mundo, incluyendo Trinidad y Tobago.

- **Carlos Enrique Piedrahita – Nutresa (nutresa.com)**



El Grupo Nutresa es la compañía que anteriormente se conocía como Nacional de Chocolates. Actualmente es una sociedad por acciones, es decir si se quiere tener alguna participación en Nutresa hay que comprar cierta cantidad de acciones en la Bolsa de Valores de Colombia. Antes de llegar a cotizar en la bolsa, Nutresa pasó por diversas etapas que la llevaron a la creación de alianzas estratégicas, generando una gran expansión de la marca.

El grupo Nutresa nació de la unión entre la Fábrica Nacional de Galletas y Confites y la Compañía Nacional de Chocolates Cruz Roja. Estas dos compañías se llamarían posteriormente Fabrica de Galletas y Confites Noel y la Compañía Nacional de Chocolates S.A, respectivamente. En 1920 se adquirió las Industrias Alimenticias Hermo de Venezuela y la Productora de alimentos Doria, fortaleciendo el negocio cárnico y su intrusión en el negocio de alimentos de la canasta familiar. La actual Nutresa realiza varias alianzas estratégicas que le permiten incrementar su participación dentro del mercado.

En el 2006 la empresa cambia de nombre, pasando de ser Inversiones Nacional de Chocolates S.A a Grupo Nacional de Chocolates S.A. Así mismo, adquiere Meals de Colombia incursionando en el negocio de los helados (Cream Helado).

En 2011 vuelve a cambiar su nombre, pasando de Grupo Nacional de Chocolates a Grupo Nutresa. Este nuevo nombre hace referencia a la representación de todas las categorías de alimentos y empresas del grupo, así como el vínculo de las marcas con la nutrición.

En una entrevista realizada a Carlos Enrique Piedrahita, se le preguntó sobre como hacía para manejar las 42 empresas que actualmente componen el grupo Nutresa: Piedrahita respondió que tenía un centro corporativo pequeño a nivel de presidencia, y otro un poco más grande que maneja aspectos comunes a todas las empresas: talento humano,

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

tesorería, asesoría legal especializada, entre otros. En cuanto a las empresas, estas se encargan de la parte de innovación y desarrollo, así como de la parte de mercadeo. Esta forma de funcionar, evidencia que el grupo Nutresa tiene un sistema de servicios compartidos y gestión estratégica individual para cada empresa.

Las alianzas estratégicas son fundamentales para el desarrollo de ideas de negocio. Un buen emprendedor identifica estas alianzas como fortalezas que le permitirán la movilización de recursos para el desarrollo de sus ideas.

- **Arturo Calle:** (www.arturocalle.com)



Líder emblemático en Colombia de origen paisa. En el año 1965 abre su primer almacén, el cual pagó con los ahorros que tenía y un préstamo relativamente pequeño. Este préstamo ha sido el único que ha tenido el señor Arturo Calle. Desde ese momento, empieza a desarrollar una serie de negocios dentro de la industria textil, hasta finalmente llegar a la marca "Arturo Calle".

Al establecer el nombre de su marca, inicia una agresiva expansión con puntos de venta a los largo de todo el país, dos centros de distribución a nivel regional en Cali y Medellín y dos centros de distribución nacional en Bogotá y Dosquebradas. Cuenta con una flota de transporte propia encargada de distribuir permanentemente el producto a los diferentes puntos de venta del país.

Las características de empresario que lo definen son aquellas con las que cuenta un buen emprendedor: Es muy activo en temas sociales, lanzado y definido, evidenciando sus amplias características interpersonales. Así mismo, define una marca que ofrece una experiencia única al cliente, evidenciando sus habilidades analíticas, las cuales le permiten identificar nuevas oportunidades de negocio.

- **Juan Salcedo, Ingeniero Industrial y Andrés Gutiérrez Administrador de Empresa, Uniandinos – Tappsi (tappsi.co)**



1. El App te ubica, no tienes ni que escribir la dirección.



2. Deja de adivinar por donde viene el taxi. El mapa te lo muestra.

Tappsi comenzó en el 2012⁸⁸ a raíz de una frustración que vivieron Juan y Andrés tratando de buscar un taxi en un día lluvioso a las seis de la tarde. Finalmente un taxista se compadeció y los llevó; comentaron con el conductor las peripecias que sufrimos los ciudadanos para conseguir un taxi y ese fue el origen de la idea, como lo cuenta Juan.

Así se convirtieron en los creadores de la aplicación que se encuentra revolucionando el mercado de solicitar el servicio de taxi en Bogotá, y ya se ha extendido a Medellín, Barranquilla, Cali y Cartagena. En el sitio web de la empresa puede verse la oportunidad de mercado que identificaron para la creación de esta herramienta tecnológica: *"La idea es que nunca más vas a tener que pasar minutos y minutos de espera en el teléfono, esperando a que la operadora de una empresa de taxis decida atender tu llamada para luego enviarte un taxi (o decirte que no hay taxis cerca)"*.

Bogotá tiene unos 55.000 taxis que hacen un poco más de un millón de carreras diarias, donde muchos de ellos operan las 24 horas. Al comienzo del desarrollo de la aplicación para teléfonos inteligentes obtuvieron premios de entidades del Gobierno como INNpulsar, Vive Digital y Connect Bogotá Region que les ha permitido operar durante el 2013 con los recursos recibidos y que

⁸⁸ Conferencia de Juan Salcedo a estudiantes de primer semestre de Ingeniería Industrial, Nov 2013

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

han permitido invertir en mejorar la aplicación. Al mes de septiembre de 2013 tenían más de 500.000 usuarios registrados, y alrededor de 800.000 carreras confirmadas por mes. Puede decirse que uno de cada cuatro taxis en Bogotá utiliza Tappsi.

Los casos anteriores son algunos ejemplos de la gran cantidad de empresarios y negocios exitosos en Colombia. Todos ellos tienen en común su constancia para lograr objetivos y las características y habilidades que definen a un buen emprendedor.

GUÍA PARA ELABORAR UN PLAN DE NEGOCIOS⁸⁹

Desarrollada especialmente para los estudiantes de Introducción a la Ingeniería que participan en
EXPOANDES
Universidad de los Andes
Departamento de Ingeniería Industrial
Bogotá, Enero 2010

I. PRESENTACIÓN

El programa EXPOANDES de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes agrupa a los estudiantes del curso de Introducción a la Ingeniería Industrial. Los estudiantes deben realizar las labores de Expoandes como parte significativa del trabajo del curso y de su nota final.

Para ello, se deben conformar grupos de varios estudiantes para definir un tema para adelantarlos a lo largo del semestre lectivo, concluyendo con la presentación del mismo en la Feria Semestral organizada por la Facultad.

Para ayudar y acompañar a los estudiantes en su trabajo a lo largo del semestre, se ha elaborado un documento de apoyo denominado Guía del Estudiante. Esta Guía debe servir a los estudiantes para entender el objetivo, alcance y contenido del trabajo que deben realizar, y para irlo adelantando en forma gradual y sistemática a lo largo del semestre.

Este documento corresponde a la guía específica para la elaboración **del plan de negocio**. Debe enfatizarse que este documento ha sido elaborado especialmente para apoyar a los estudiantes de Expoandes, y por lo tanto corresponde al énfasis particular de los objetivos de aprendizaje de ese evento. Por lo mismo, esta guía es incompleta e inapropiada para quien quiera elaborar un plan de negocio en la vida real. Existen otras metodologías para elaborar planes de negocio, como el modelo CANVAS comentado en el primer capítulo del libro. También, puede encontrar información de utilidad y herramientas de cálculo para las personas que quieren iniciar un negocio en la página⁹⁰ de Bogotá Emprende.

II. INTRODUCCIÓN

Existen dos propósitos principales para escribir un *Plan de Negocio*. El primero y más importante es que éste sirve como guía durante la vida del negocio. Es un documento que permite esclarecer la estructura del negocio y servirá para

⁸⁹ Esta Guía se basa casi totalmente en una traducción libre del documento "**How To Write a Business Plan**", Linda Pinson and Jerry Jinnett, U.S. Small Business Administration, www.sba.com. Traducción por Empreandes®, revisado por: Diana Margarita Pérez, Carlos Cely, Wilson Antonio Flórez, y revisión de Jorge Acevedo. Modificado por: Adriana María Rodríguez, Guillermo Cuacita Quiroga. La utilización del documento original y su traducción y ajustes han sido debidamente autorizados por su autora y propietaria intelectual.

⁹⁰ <http://www.bogotaemprende.com/contenido/contenido.aspx?catID=741&conID=4919&pagID=3987>

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

mantenerlo en el camino correcto. Para ser válido, un Plan de Negocio debe mantenerse actualizado. Si usted invierte su tiempo en planear el futuro, podrá evitar muchas frustraciones innecesarias. Como segundo propósito, el Plan de Negocio es un requisito si usted está planeando buscar fondos. El Plan proveerá a los inversionistas potenciales la información detallada en todos los aspectos de su idea del negocio, para permitirles entender la factibilidad técnica y financiera, el riesgo y la rentabilidad esperada.

El texto de un Plan de Negocios debe ser conciso, pero igualmente debe contener la mayor información posible. Esto suena como una contradicción; sin embargo, se puede solucionar este dilema dando respuesta a las preguntas claves que a continuación se enuncian. Escriba las siguientes palabras claves en una tarjeta y manténgala presente mientras escribe el Plan de Negocios:

Quién, Qué, Dónde, Cuándo, Por qué, Cómo, Cuánto.

Responda todas las preguntas correspondientes a las palabras claves en un párrafo al principio de cada sección del Plan de Negocios. Luego amplíe la información de cada respuesta inicial profundizando sobre cada ítem en el texto subsiguiente.

No existe una extensión predeterminada para un Plan de Negocio. La extensión promedio puede variar entre 30 y 40 páginas, incluyendo la sección de los anexos.

Es útil dividir el plan en secciones y definir fechas límites para la terminación de las mismas. Puede ser eficaz invertir dos tardes por semana en un lugar donde el material de referencia se encuentre a la mano. Es cuestión de disciplina, tiempo y dedicación obtener un Plan de Negocio eficiente.

Usted ahorrará tiempo recopilando su lista de documentos anexos mientras elabora el texto. En buena parte esos documentos se refieren al proceso técnico de producción, a las fuentes utilizadas para la estimación de costos de los insumos, a la bibliografía utilizada y en general a las fuentes de información.

La manera de citar la bibliografía y las diversas fuentes de información en su texto debe seguir un formato especial, que usted utilizará a lo largo de sus estudios en la Universidad, y que corresponde a la forma utilizada en la literatura científica. Las normas APA⁹¹ son una buena guía para citar la bibliografía.

Con las anteriores consideraciones en mente, usted está listo para comenzar a formular su Plan. Lea todo este documento para obtener una visión general del

⁹¹ <http://www.slideshare.net/renatarodrigues/uso-de-normas-apa-para-citas-y-referencias>

proceso de elaboración de un Plan de Negocio.

Antes de comenzar a escribir su plan de negocios, debe definir las fechas en las cuales realizará cada una de las secciones del plan; para esto consulte el capítulo 14 que le indica cómo elaborar un plan de trabajo y en concreto el **Cronograma** que debe entregar con la primera entrega. Este cronograma se irá ajustando a medida que transcurra el tiempo del semestre y debe ayudarle a controlar el desarrollo del trabajo.

Igualmente, a lo largo del semestre debe ir presentando y actualizando el diagrama de la organización de su documento, elaborado con el software de mapas mentales tal como el "freemind" u otro de su elección, como el ejemplo del capítulo 1.

III. DOCUMENTO – PLAN DE NEGOCIO

Portada

La primera página de su Plan de Negocio será la hoja de cubierta o portada. Sirve como la página título de su Plan. Debe contener la siguiente información:

- Nombre de la Empresa
- Logo
- Nombres y códigos de los propietarios.
- Sección
- Nombre de monitor
- Nombre del asesor
- Mes y año en el que el Plan de Negocio se ha elaborado.

1. RESUMEN EJECUTIVO

La declaración del propósito es también conocida como declaración de la misión o resumen ejecutivo. Si su inversionista potencial leyera sólo esta información, ya sabría el nombre y la naturaleza de su negocio, la cantidad y el propósito del préstamo requerido y el plan de amortización. Utilice las palabras claves mencionadas anteriormente. Sea claro y conciso. La declaración del propósito (misión) se debe hacer en una página. Aunque se coloca después de la portada, se debe escribir cuando el Plan de Negocio ya haya sido completado, para mayor eficacia. Para ese entonces toda la información y los datos financieros necesarios ya estarán disponibles.

Si usted está escribiendo su plan para un inversionista, sea específico sobre el uso de fondos que está solicitando. Soporte la cantidad solicitada con

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

documentos tales como órdenes de compra, estimaciones de proveedores, cotizaciones y resultados de la comercialización. Incluya esta información en la sección de documentos anexos. Establezca las condiciones de la amortización del crédito. Usted desea mostrar al inversionista la capacidad de su compañía para responder por sus pagos de intereses y de amortización del crédito. Cuando usted ha contestado a las preguntas de las palabras claves, entonces está listo para presentar esa información en uno o dos párrafos concisos. Contiene el resumen de todo el documento en una página.

Este resumen ejecutivo debe aparecer como el primer numeral de su documento. Un ejemplo de declaración del propósito es la siguiente.

1.1 Ejemplo Resumen Ejecutivo.

Tomado de la entrega de uno de los proyectos de Expoandes

"En el siguiente documento usted encontrará toda la información concerniente a la empresa Recividrio. Usted podrá observar en estas páginas en que consiste el negocio que realizaremos, el cual utilizará el vidrio desperdiciado para la elaboración de productos de uso decorativo. De esta forma, se manipulará una materia que ha sido desaprovechada y se le dará un uso que beneficiará a la población, pues además de la generación de empleos, se obtendrá un producto funcional que podrá satisfacer casi cualquier mercado.

Más adelante estará planteado el proceso de producción de una manera muy minuciosa y todos los recursos tanto económicos como materiales, tales como maquinaria y materias primas. Como un preámbulo, adelantaremos que por medio de procesos térmicos se moldeará el vidrio para conseguir el producto deseado

Se muestra también por medio del documento, la descripción de la gerencia, la cual involucrará quienes están dentro del negocio, cuales son los líderes y socios del proyecto, junto con todas las acciones que realizarán en los diferentes departamentos de trabajo.

El personal que contratará la empresa buscará contribuir con un grupo desfavorecido dentro de la población, que en este caso son las madres solteras cabeza de familia. Encontrará todo lo que dichas personas, junto con los demás empleados, tendrán que realizar dentro de la organización.

Al lado de ello usted verá el mercado al que nos enfocaremos para vender nuestro producto. Esto es un factor muy importante, ya que hay que tener en cuenta que el bien no es atractivo para todos los sexos, en todas las edades. También encontrará las empresas que significarán nuestra mayor competencia y toda la información concerniente a estas.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Los métodos de distribución, el momento de entrada al mercado, los precios y gastos de los diversos productos se encontrarán a medida que avance en el documento. Creemos que el conocimiento de estos aspectos es muy importante ya que permite tener una visión general de como funciona la firma y bajo cuales parámetros.

Las finanzas que encontrará reflejarán los primeros años de trabajo y de producción de la empresa. La empresa producirá lo suficiente para permitirnos adelantar el pago de la deuda que se hará en su totalidad en 5 años pagando anualmente 12 millones, la amortización y el pago de intereses (condiciones que encontrará más adelante). Se comenzará a efectuar en un plazo de 30 días hábiles, desde el día que se nos otorgue el financiamiento. El préstamo está respaldado con el valor de nuestros activos fijos y con las garantías de los socios.

Esperamos que este documento sea nuestra carta de presentación de la organización. Pretendemos dejar muy claro cuáles son los propósitos de nuestra firma. Igualmente cual es la misión, visión y proyecciones.

Para finalizar, estamos buscando que este documento sea comprensivo para todo lector y que llene cualquier duda que se tenga en relación con el plan de negocios propuesto.”

2. EL NEGOCIO

La sección principal de su plan cubre los detalles de su negocio. Esta sección comienza con una página de resumen que trata los elementos fundamentales de su negocio; debe realizar una descripción lo más clara y completa del proyecto. Defina la actividad que va a desarrollar su empresa y los productos que va a manejar o el servicio que va a prestar. Explique cuál es la necesidad que se va a satisfacer y en lo posible defina cuáles serán los posibles clientes que atenderá. Describa como se diferencia su empresa de la competencia y que valor agregado va a ofrecer a sus clientes.

Mencione todos los temas que se relacionan con su negocio en el orden que le parezca lógico, incluyendo información sobre la industria y el sector. Utilice la información consultada para realizar afirmaciones o declaraciones que justifiquen sus proyecciones.

Cada uno de los temas se ampliará en los subíndices de esta sección.

2.1 Descripción del Negocio

En esta sección del plan usted especificará en mayor detalle su negocio. Conteste las preguntas de las palabras claves con respecto al negocio y sus proyecciones. Defina la actividad que va a desarrollar su empresa y los

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

productos que va a manejar o el servicio que va a prestar. Incluya las tendencias de la industria. Explique cuál es la necesidad que se va a satisfacer y en lo posible defina cuáles serán los posibles clientes que atenderá. Destaque las ventajas competitivas y comparativas de su producto o servicio (precios, calidad del producto y/o servicio, variedad de productos, diseño, etc.) y cómo éstas pueden beneficiar al cliente. Realice proyecciones a tres años de lo que usted espera de su negocio.

2.2 Elaboración de los Productos o Servicios

Esta es una parte fundamental de su Plan. Si usted quiere desarrollar un producto o va a proporcionar un servicio, debe identificar: el nombre, este debe ser corto, fácil de pronunciar y llamativo para los clientes; el logo que lo distinguirá de la competencia, así como también el eslogan que lo identifica (opcional).

Si usted va a desarrollar un producto, debe identificar y hacer explícito el proceso productivo que va a emplear. Eso probablemente comienza por describir los insumos que requiere, los procesos de transformación y ensamble de esos insumos hasta obtener el producto deseado. Ello requiere también identificar la maquinaria o la tecnología necesaria, las necesidades de mano de obra y los procesos de aseguramiento de calidad.

Dé una descripción detallada de su producto, desde la materia prima hasta el acabado final. ¿Qué materias primas se utilizan? ¿Cuánto cuestan? ¿Quiénes son los proveedores? ¿Por qué eligió estos proveedores? Incluya las variaciones en los costos y la tarifa requerida para sostener sus supuestos. Aunque usted puede basar sus supuestos en un proveedor principal, incluya información sobre diferentes proveedores. Plantee alternativas para manejar un aumento repentino de órdenes (aumento de demanda) o una pérdida del proveedor principal.

Recuerde que la imagen de su producto es parte importante dentro de la elaboración del mismo. La etiqueta, el envase y el empaque, deben ser atractivos y novedosos, para que despierte interés en el cliente. Elabore un bosquejo de cada uno de estos elementos, tenga en cuenta tamaño, forma y material que va a necesitar.

Un inversionista puede preguntar sobre el comportamiento de la compañía en el peor escenario. Esto significa que el inversionista quisiera que usted pudiera anticipar y solucionar problemas potenciales. Es ventajoso para usted pensar en alternativas que le permitan prepararse para lo inesperado, de modo que su negocio pueda continuar funcionando. Algunos negocios fallan porque empiezan a ser exitosos demasiado pronto, por lo tanto es bueno planear estrategias para el mejor escenario. Si se enfrenta a una alta demanda el Plan de Negocio debe contener información necesaria para emplear personal adicional y para entrar en contacto con nuevos proveedores.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Si usted está proporcionando un servicio, diga: ¿Cuál es su servicio? ¿Por qué usted puede ofrecerlo? ¿Cómo se presta? ¿Quiénes harán el trabajo y dónde será realizado? Diga por qué su negocio es único y qué tiene usted de especial para ofrecer a sus clientes. Si usted tiene un producto y presta un servicio de manera conjunta con el fin de beneficiar a su cliente (como por ejemplo el mantenimiento de los productos que usted vende), asegúrese de mencionar esto en su plan. Utilice las palabras claves de nuevo. Adicionalmente, anticipe cualquier área problemática potencial y presente un plan de acción en dado caso.

Si usted quiere desarrollar un servicio debe describir con precisión en qué consiste, cómo se presta ese servicio, qué requerimientos de personal tiene, qué requerimientos de capacitación, qué equipos especializados se necesitan, cómo garantiza la buena calidad, etc.

En ambos casos (productos o servicios) usted debe relacionar la cantidad de productos o de servicios con el volumen de ventas esperado, y debe cuantificar los costos de adquisición y de operación de la maquinaria, su vida útil, la cantidad y costo de cada uno de los insumos requeridos (incluyendo la mano de obra de los operarios y empleados no administrativos).

2.3 Gerencia

Esta sección describe quién está detrás del negocio. Si usted es propietario único, hable de sus capacidades. Sea honesto sobre las áreas en las cuales usted necesita ayuda y la forma como usted conseguirá esa ayuda.

Si usted ha formado una sociedad, explique qué tipo de sociedad se va a conformar, cómo eligieron a los socios, lo que ellos brindan a la compañía y cómo sus capacidades complementan las de los otros.

2.4 Personal

Debe diferenciar claramente entre dos tipos de personal: uno son los operarios, o personal productivo y de ventas, que fueron definidos por usted anteriormente, al presentar el proceso productivo, y que suelen considerarse como costos variables.

El otro es el personal administrativo (gerencia, contabilidad y finanzas, recursos humanos, administración), que se considera como costo fijo.

Sea explícito en cuanto a: ¿Qué cargo se asignará a cada uno? ¿Por qué son competentes para el trabajo? ¿Cómo serán contratados? ¿Cuál es su salario? ¿Cuáles los costos por prestaciones, seguridad social y parafiscales? ¿Qué actividades desarrollarán? Puede utilizar calculadoras que se encuentran en

Internet.⁹²

Note que la legislación colombiana es poco flexible para terminar contratos laborales, por lo que el personal productivo o de ventas puede ser muy costoso de retirar si los volúmenes de producción o ventas disminuyen.

3. MERCADEO

La segunda sección principal de su Plan de Negocio cubre los detalles del plan de mercadeo. Un buen plan de mercadeo es esencial para el desarrollo y éxito del negocio. Incluya la información sobre el mercado total, con énfasis sobre su mercado objetivo. Usted debe tomarse el tiempo necesario para identificar a sus clientes y encontrar los medios para que su producto esté disponible para ellos. La clave aquí es tiempo. Tome tiempo para investigar y para desarrollar un plan de mercadeo. La mayoría de la información que usted necesita será encontrada en fuentes primarias y secundarias. Recuerde que usted necesita una comprensión clara de quién comprará su producto, quien hará uso de su servicio, por qué él elegirá a su compañía y cómo la descubrirá. Comience esta sección con un resumen de una página que cubra los elementos dominantes de su plan de mercadeo. Elabore las proyecciones de ventas teniendo en cuenta los datos recopilados en esta sección y colóquelos como anexos. Una vez más la utilización de las palabras claves le ayudará a profundizar los temas en cada área.

3.1 Mercado Objetivo

El mercado objetivo ha sido definido como ese grupo de consumidores con una serie de características comunes que los distinguen de los demás consumidores. Usted quiere identificar esa serie de características que harán que esos consumidores sean suyos. Es importante explicar cómo se hizo la investigación de mercados. ¿Cuáles fueron sus recursos y sus resultados? ¿Cuáles son las características demográficas de su mercado objetivo? ¿Dónde viven, trabajan y compran sus clientes? ¿Hacen compras donde viven, o donde trabajan?. Respalde sus resultados con los informes, cuestionarios y pruebas de resultados de marketing de las encuestas que haya realizado. Especifique qué método de recopilación de información utilizó; clasifique e interprete la información que obtuvo (tabule y grafique cada una de las preguntas). Concluya sobre cada una de las preguntas y haga una conclusión general.

Es importante, como se indicó en el capítulo 3, definir los objetivos de la encuesta que se realiza y explicar cada una de las preguntas que fueron seleccionadas para hacerla. Como ejemplo, se toma de uno de los proyectos realizado en Expoandes⁹³ la explicación de algunas de las preguntas que hizo el grupo

⁹² <http://www.portafolio.co/calculadora-salarial-empleador>

⁹³ Proyecto E-Plants, realizado primer semestre 2010

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

"¿Cuál de estas características hace que no posea plantas en su hogar? Si ya posee plantas no responda esta pregunta.

- a. *Simplemente no le gustan*
- b. *No entiende sobre plantas*
- c. *Evita gastar dinero en esta clase de productos*
- d. *No hay suficiente espacio*
- e. *Otra*

Fundamento: Esta pregunta se dirige específicamente a las personas que respondieron "no", en la primera pregunta; esto ayuda a conocer las razones por las cuales ese grupo de personas no tienen plantas en sus hogares. Con las respuestas dadas en esta pregunta podremos conocer a otro grupo de consumidores y dirigir la metodología de nuestro producto para tratar de enfocarnos de una forma que el consumidor tenga menos problemas. Esto sirve para hacer un producto que pueda llamar la atención de un consumidor que no esté tan interesado.

¿Cuáles cree que son los beneficios de tener plantas en lugares cerrados? (Puede marcar más de una respuesta)

- a. *Llenan espacios vacíos*
- b. *Mejoran el aire y producen oxígeno*
- c. *Hacen que el interior se vea mejor*
- d. *Ninguna de las anteriores*

Fundamento: Podremos saber cuál es el conocimiento que tienen las personas (encuestados) en general, sobre los beneficios que tienen las plantas. De esto modo si muchas personas no saben o creen que las plantas sirven para llenar espacios, podríamos hacer que el consumidor, al adquirir nuestro producto, sepa todos los beneficios positivos que recibe aparte del bien tangible que adquiere con la compra del producto. Cuando se conoce al consumidor, podemos orientar nuestro enfoque de mercadeo para hacer que el consumidor se dé cuenta de que nuestro producto crea externalidades positivas al que lo posee. Es una pregunta que nos da una idea del porque el consumidor adquiere el producto, y por lo tanto podemos tratar de satisfacer esa necesidad en mayor medida."

Sienta cómo puede servir a este mercado con sus propios recursos, fortalezas y debilidades. Concéntrese en proyecciones razonables, creíbles y disponibles teniendo en cuenta el tamaño de su mercado potencial.

Con los resultados obtenidos y ya organizada toda la información, usted está en capacidad de responder las siguientes preguntas:

- ¿Quién es su cliente?
- ¿Cuál es la localización geográfica?
- ¿Cuál es el nicho de mercado?
- ¿Qué características de su cliente son fundamentales para el éxito de su negocio?
- ¿Cuál es su comportamiento de compra de su cliente?
- ¿Qué quisiera encontrar en un producto o servicio como el que se está ofreciendo?
- Redacte otras preguntas que apoyen su investigación.

3.2 Competencia

La competencia directa es un negocio que ofrece el mismo producto o servicio que usted, al mismo mercado. Competencia indirecta es una compañía que vende el mismo producto o servicio pero en un mercado objetivo distinto, ó un producto similar que puede reemplazar el que usted ofrece. Evalúe los dos tipos de competidores. Usted quiere determinar la imagen del competidor. ¿A qué parte del mercado están tratando de suplir? ¿Puede adquirir mayor participación en el mercado que la competencia? ¿O puede encontrar un mercado sin explotar?

Utilice la siguiente guía de trabajo para compilar, organizar y evaluar información de su competencia. Su análisis de esta información ayudará para su plan de entrada al mercado. ¿Qué porción del mercado tiene la competencia (qué porcentaje de las ventas es de ellos)? ¿Puede usted entrar en esta porción, o necesita encontrar su propio nicho de mercado?

Después de completar esta sección usted o su inversionista sabrá quiénes son sus competidores, dónde están ubicados, qué productos o servicios ofrecen, cómo planea usted competir, cómo pueden tener acceso sus consumidores a sus productos o servicios, y por qué usted les puede dar un producto único.

HOJA DE TRABAJO SOBRE EL PERFIL DE LA COMPETENCIA			
Corporación ABC			
Ítem	Competidores		
	1	2	3
1. Nombre del competidor:			
2. Ubicación:			
3. Productos o servicios ofrecidos:			
4. Métodos de distribución: (al por mayor, al por menor, representantes de mercado, venta personal, ventas corporativas):			
5. Imagen Empaque: Materiales promocionales: Métodos publicitarios: Posicionamiento (percepción del cliente sobre la calidad del producto o servicio):			
6. Estructura de precios:			
7. Desempeño (pasado y futuro):			
8. Porción del mercado (por número, tipo y ubicación de los clientes):			
9. Fortalezas (las fortalezas de la competencia se convierten en sus debilidades)			
10. Debilidades (identificar la debilidad de la competencia puede ayudarle a encontrar formas de ser único y de beneficiar al consumidor)			

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

Después de completar esta sección usted o su inversionista sabrá quiénes son sus competidores, dónde están ubicados, qué productos o servicios ofrecen, cómo planea usted competir, cómo pueden tener acceso sus consumidores a sus productos o servicios, y por qué usted les puede dar un producto único.

3.3 Métodos de Distribución.

La distribución es la forma como los productos se entregan al consumidor y como los servicios están a su disposición. La distribución está relacionada con el mercado objetivo.

Es fundamental establecer los patrones de compra de los consumidores. Si usted vende un producto, ¿sus consumidores compran por internet, por catálogos o en almacenes comerciales? ¿Usted va a vender directamente, o por intermedio de un representante de fábrica? Si usted está enviando el producto, ¿quién asumirá los costos de envío y qué empresa será contratada? Use las palabras claves para responder las preguntas relacionadas con su plan de distribución. Si usted está involucrado en un negocio de servicios, ¿ofrecerá servicios dentro del establecimiento? ¿Prestará servicios a domicilio? y ¿cómo manejará los costos?

¿Cuál es su respuesta planificada para satisfacer las necesidades de sus clientes? Tenga presente que distribuir su producto en almacenes de cadena en Colombia no es fácil de lograr. Estas cadenas tienen muchas exigencias⁹⁴ como puede usted consultar.

Enumere los pros y contras de los métodos de distribución y dé razones para sus escogencias. Tenga en cuenta los escenarios pesimistas mencionados anteriormente y presente diversas alternativas.

3.4 Precios

La estructura de precios es crítica para el éxito de su negocio. Se determina por medio de la investigación de mercado y el análisis de las consideraciones financieras. La estrategia básica de mercadeo es fijar los precios en un rango entre un precio tope y uno base. El valor tope de este rango está determinado por el mercado: es el costo más alto que el consumidor estaría dispuesto a pagar por el producto o servicio, y se basa en el valor percibido. ¿Cuánto cobra la competencia?

¿Cuál es la calidad del producto o servicio que usted ofrece? ¿Cuál es la naturaleza de la demanda y cuál es la imagen que usted está proyectando? El precio base de este rango es la mínima suma a la que usted podría ofrecer el producto o servicio, cubriendo todos sus costos y teniendo una ganancia mínima deseada. Considere todos los gastos - materia prima, costos de

⁹⁴ <http://www.grupoexitos.com.co/index.php/proveedores>

producción, costos de oficina, transporte, gastos de vehículos, impuestos, pago de préstamos e intereses, retiro de dividendos por parte de los dueños, entre muchos otros. Un negocio lucrativo siempre opera entre el rango de precios preestablecido. La diferencia entre el valor mínimo y máximo permite descuentos, cartera mala y devoluciones. Sea específico acerca de cómo llegó a su estructura de precios y cómo estableció los márgenes de flexibilidad en el precio.

El posicionamiento – predeterminando cuál es el valor percibido ante los ojos del consumidor – puede lograrse mediante actividades de promoción. Para ser exitoso, usted debe decidir qué es lo que su producto o servicio ofrece que su competidor no ofrece, y promocionarlo como un beneficio único. Muy pocos artículos en el mercado logran una aprobación universal, así que su producto o servicio no lo va a ser todo para todo el mundo. Sin embargo, si usted posiciona su producto o servicio adecuadamente, los compradores potenciales o los usuarios inmediatamente reconocerán los beneficios que les representa.

3.5 Momento de entrada al mercado

El momento de su entrada al mercado es crítico y debe ser planeado e investigado cuidadosamente. Ubicar sus productos y servicios en el lugar y tiempo indicados depende más de entender la buena disposición de sus clientes que de sus cronogramas de producción. La forma en que un nuevo producto es recibido por el consumidor puede variar dependiendo de la época del año, el clima e incluso las vacaciones. Por ejemplo, los primeros días de enero y el mes de septiembre son épocas favorables para distribuir catálogos o publicidad por correo, puesto que los clientes potenciales se encuentran más propensos a las compras en estos meses del año. Así mismo la temporada de vacaciones (junio, julio y agosto), enero y febrero, son épocas donde se presentan ventas al por mayor por las diversas ferias y eventos promocionales que se realizan. Noviembre y diciembre no son buenos meses para lanzar un nuevo producto o servicio, a menos que este tenga directa relación con la temporada de navidad.

3.6 Ubicación

Si su decisión de ubicación está relacionada con su mercado objetivo, establézcalo en esta sección de su plan de negocio. Enumere las razones de su elección. ¿Cuáles son las características de su vecindario? ¿El sitio proyecta la imagen del negocio?

¿Dónde está la competencia en el área? ¿Cuál es el patrón de tráfico de los clientes potenciales? ¿Alguna compañía se ha quebrado durante los últimos meses? Si ocurrió, ¿fue por causa de la ubicación? ¿Qué otros sitios alternativos fueron considerados?

3.7 Tendencias de la Industria

Esté atento a los cambios en su industria. La nueva tecnología puede traer nuevos productos al mercado, que pueden generar nuevos negocios de servicios. Lea revistas de comercio y reportes de la industria relacionada con su campo. Prevea cómo su mercado va a cambiar y cómo puede reaccionar ante esto.

4. DOCUMENTOS FINANCIEROS

Usted ya está listo para desarrollar la tercera etapa de su plan. Los estados financieros son usados para mostrar el pasado, presente y futuro de sus finanzas. En esta sección se cubrirán los principales documentos financieros que debe incluir el plan de negocio. Usted debe tener en cuenta:

- Inversión inicial de capital
- Análisis de punto de equilibrio
- Estado de pérdidas y ganancias (P y G)
- Flujos de caja
- Balance general
- Proyección Estados Financieros

4.1 Inversión inicial de capital

La inversión inicial se refiere a la cantidad de dinero que necesita para iniciar su negocio. El inversionista potencial requiere una explicación clara de los requerimientos necesarios para el montaje del negocio. Usted debe asegurarse de que la información de soporte pueda ser encontrada fácilmente por el empleado (bancario, o del inversionista) que está estudiando su solicitud. Si usted no tiene su información bien organizada, donde cualquier dato requerido sea fácil de encontrar, su solicitud puede ser negada simplemente porque no se pudo encontrar el material necesario.

Si por ejemplo su negocio es el montaje de un restaurante usted debe considerar el costo de una estufa, adecuación de un local, mesas, sillas, decoración, computador, registradora, elementos de aseo, entrenamiento a personal etc. Además debe considerar el capital de trabajo⁹⁵ necesario para un periodo de operación (sea uno, dos o tres meses).

⁹⁵ *Capital de trabajo*: Utilizado para suplir las necesidades fluctuantes de dinero que deben ser cubiertas en efectivo durante el siguiente ciclo operativo de la empresa.

INVERSIÓN INICIAL	
Estufa	\$10.000.000
Adecuación de local	5.500.000
Mesas	5.00.000
Compra de comida para preparar los platos de los primeros ocho días	1.500.000
Computador y caja registradora	3.500.000
Elementos de aseo	1.000.000
Otros	3.000.000
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	\$29.500.000

Cuando escriba su plan de negocios asegúrese de que el plan de producción incluya una descripción de su equipo, cómo se hará el trabajo, por quién y a qué costo.

4.2 Estado de Pérdidas y Ganancias (P&G) o de Resultados

El estado de resultados, denominado también estado de pérdidas y ganancias, estado de utilidades, estado de operaciones, o estado de superávit, no es más que el resumen que hace la contabilidad, periódicamente, para comparar en forma ordenada y clasificada, todos los ingresos y gastos causados de un ejercicio para determinar las utilidades o las pérdidas generadas durante el período.

El Estado de Pérdidas y Ganancias presenta por una parte, los gastos causados en el ejercicio y por la otra los ingresos producidos por las operaciones de la empresa. El resultado de su confrontación arroja la utilidad del ejercicio - cuando los ingresos son mayores - o la pérdida del ejercicio, en el caso contrario.

El estado de Pérdidas y Ganancias es el mensaje sobre el progreso económico de la empresa durante el ejercicio. El balance general es una fotografía instantánea, que capta la situación financiera al final del último día del ejercicio. El estado de pérdidas y ganancias revela la historia de las operaciones productivas de la empresa durante el período y su resultado refleja los esfuerzos y cumplimiento de la gerencia. En fin, los estados financieros periódicos expresan dos aspectos del mismo informe, se complementan y son independientes.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

4.2.1 Elementos del P&G

Ingresos: "Entradas" Resultado de entregar la producción de mercancías, prestar servicios, u otras actividades que constituyen las operaciones principales de la firma.

Gastos (Egresos): "Salidas" Resulta de la entrega de la producción de mercancías, de rendir servicios, o de realizar otras actividades que constituyen las operaciones principales de la firma.

Para permitir el análisis, el P&G debe separarse en dos partes: la operativa y la no operativa. En otras palabras la Utilidad Operacional se determina sumando los ingresos generados por las operaciones normales (por servicios, comercio o manufactura) y restando los gastos causados por el mismo concepto.

Después de determinar la utilidad operacional, se suman a esta los ingresos no operacionales y se le restan los gastos no operacionales. Lo anterior determina la Utilidad antes de Impuestos. Finalmente se deducen los impuestos de renta y complementarios para finalmente llegar a la Utilidad neta final.

Esta utilidad neta final es la que debe trasladarse al Balance General, como última cuenta del Patrimonio de los accionistas y bajo el nombre de Utilidades del periodo.

Por otra parte, el impuesto de renta y complementarios se debe trasladar como pasivo al grupo de los Pasivos corrientes bajo el nombre de Impuestos por pagar (cuenta del Balance General)

El traslado de Utilidades del periodo e Impuestos por pagar al Balance General, debe producir el equilibrio de la ecuación fundamental (Activos = Pasivos + Patrimonio) siempre y cuando la contabilidad esté cuadrada.

Con mayor detalle el P y G se puede presentar en la forma siguiente:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

ESTADO DE RESULTADOS A DIC DE 20XX COMPAÑÍA XYZ

INGRESOS	
Ventas	\$XXXXXXX
Devoluciones y descuentos	\$XXXXXXX
Ventas netas	\$XXXXXXX

EGRESOS	
Materia prima	\$XXXXXXX
Gastos de personal	\$XXXXXXX
Arrendamientos	\$XXXXXXX
Servicios públicos	\$XXXXXXX
Publicidad	\$XXXXXXX
Papelería y útiles de oficina	\$XXXXXXX
Gastos de Comunicación	\$XXXXXXX
Gastos legales	\$XXXXXXX
Mantenimiento	\$XXXXXXX
Transporte	\$XXXXXXX
Seguros	\$XXXXXXX
Depreciación y amortizaciones	\$XXXXXXX
Total egresos	\$XXXXXXX

UTILIDAD OPERACIONAL	
	\$XXXXXXX

OTROS INGRESOS Y EGRESOS	
Otros ingresos	\$XXXXXXX
Otros egresos - intereses	\$XXXXXXX
Total otros ingresos y egresos	\$XXXXXXX

UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	
	\$XXXXXXX
Impuesto de renta	\$XXXXXXX

UTILIDAD NETA	
	\$XXXXXXX

En cada uno de los componentes, usted debe explicar cómo ha sido calculado; por ejemplo, las ventas serán el producto de la cantidad de unidades vendidas multiplicadas por su precio. Igual ocurre con los egresos. Indicar como fueron calculados. Una presentación más sencilla del estado de resultados es la siguiente:

NOMBRE DE LA EMPRESA	
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS	
(Período que cubre)	
Corporación ABC	
+Ingresos operacionales	
- Gastos Operacionales	
Utilidad Operacional	
+ Otros ingresos	
- Otros Egresos	
- Gastos Financieros	
Utilidad antes de Impuestos	
- Impuestos	
Utilidad Neta	
- Reserva Legal	
Utilidad del ejercicio	

En forma previa, debe incluir para cada componente una explicación de su cálculo; por ejemplo, detallar las materias primas, sus cantidades y sus costos, para después llevar estas cifras al P y G. Igualmente con los gastos de personal, indicando las personas, sus remuneraciones y los valores correspondientes a prestaciones y aportes.

Es fundamental que cada rubro sea explicado en su forma de cálculo, de tal manera que el lector entienda de donde provienen las cifras, puesto que el P y G nos indica si el negocio funciona o no funciona.

4.3 Flujo de Caja⁹⁶

Los flujos de caja son documentos que muestran las entradas y salidas de dinero en un periodo de tiempo determinado, y son usados para la planeación interna de la compañía. En resumen el Flujo de Caja es "Dinero que entra" menos "Dinero que sale". El estado de flujo de caja identifica:

1. Entradas efectivas de dinero (ingresos por ventas, por prestación de servicios, préstamos bancarios, aportes de capital de los socios).
2. Salidas efectivas de dinero (cuentas por pagar, deudas por pagar a bancos y proveedores, gastos fijos, gastos variables, inversiones en equipo y maquinaria, etc.).

⁹⁶ Carrillo de Rojas, Gladys. *Fundamentos de Contabilidad para Profesionales no Contadores*. Decimosexta Edición, 1997.

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

El flujo de caja también permite al gerente identificar las fuentes del dinero que se necesita, por ejemplo, ¿el dinero provendrá de ventas y servicios, o será necesario pedirlo prestado? En los flujos de caja solo se especifican las transacciones de dinero efectivo, se excluyen las depreciaciones, amortizaciones del *goodwill* y otros gastos que no implican el uso de dinero en efectivo.

Un flujo de caja puede ser realizado para cualquier periodo de tiempo. Es recomendable que concuerde con el año fiscal de su compañía. Para realizar su flujo de caja es necesario tener un buen pronóstico (presupuesto) de ventas, gastos fijos y gastos variables.

Puede ser útil realizar el flujo de caja utilizando como guía una plantilla como la que se muestra a continuación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

FLUJO DE CAJA -REGISTRO DE ENTRADAS Y SALIDAS DE DINERO- Corporación ABC

Caja Inicial (caja periodo anterior)		\$ _____
INGRESOS		
Ventas		_____
Ingresos por servicios		_____
Depósitos por ventas o servicios		_____
Pagos de Cuentas por cobrar		_____
Ingresos Varios		
Intereses		_____
Venta de activos		_____
Ingresos por :		
Préstamos (bancos, compañías de financiamiento, etc)		_____
Aportes de capital (sociedad limitada)		_____
TOTAL INGRESOS		\$ _____
EGRESOS		
Compras de Inventario		_____
Gastos Variables		
Costos de insumos		
Costos de producción		
Publicidad		_____
Fletes		_____
Empaques		_____
Repuestos y suministros		_____
Salarios por Ventas		_____
Otros gastos directos		_____
Impuestos		_____
Total gastos variables		
Gastos fijos		
Personal administrativo		
Seguros		_____
Gastos de alquiler (arriendos)		_____
Servicios públicos		_____
Otros gastos indirectos		_____
Total gastos fijos		_____
Compra de Activos fijos		
Préstamos bancarios por pagar		_____
Pago a proveedores		_____
Pago de dividendos		_____
Retiros de los socios		_____
TOTAL EGRESOS		\$ _____
FLUJO DE CAJA DEL PERIODO		\$ _____

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

El flujo de caja suele hacerse desde el primer periodo de operaciones. El rubro caja inicial es la cantidad de dinero en caja con la que termina el periodo anterior (puede ser positivo o negativo). El flujo de caja es un documento financiero que se usa generalmente para proyectarlo a futuro (en periodos anuales por facilidad) y conocer el estado de liquidez estimado del negocio. Su flujo de caja puede ser compilado mensualmente para compararlo con su ejercicio financiero mensual real. Preparado de esta forma, el flujo de caja puede proveer la proyección anual para el siguiente año fiscal.

Nota: Como su negocio es nuevo, usted tendrá que basar sus proyecciones solamente en un estudio de mercados y la tendencia de la industria.

4.4 Balance General

Es un estado financiero periódico que presenta la situación de la empresa, en cuanto a clases y cantidades de activos, pasivos y patrimonio además sus interrelaciones en un momento específico de tiempo.

Los elementos del balance general son: Activos, Pasivos y Patrimonio.

I. Activos (Assets⁹⁷): Son los bienes de propiedad de la empresa. Comprende todo aquello de valor que ésta posea y pueda ser representado en términos de dinero.

Los activos reportados en el Balance General son cualquier compra realizada por la firma o generada a través de sus operaciones; ellos son, financiados por los acreedores y los socios de una firma.

II. Pasivos (liabilities): Son obligaciones que la empresa adquiere con terceras personas-acreedores y que en la fecha de balance aún no se han cancelado. Ej: Obligaciones bancarias, Acreedores varios, etc.

III. Patrimonio (Equity)

Contribuciones de capital realizado por los propietarios de la firma o generado por fuentes internas de capital. Grupo de cuentas que conforman el capital de la empresa.

A continuación se presenta un esquema de Balance General.

⁹⁷ La palabra equivalente en Inglés

ACTIVOS		PASIVOS	
Activos Corrientes		Pasivos Corrientes	
Activos Fijos		Pasivo a mediano plazo	
Inv. Permanentes		Pasivos a largo plazo	
Otros Activos		Total Pasivos	
Total Activos		CAPITAL	
		Total pasivos + capital	

4.5 Punto de equilibrio (PE)

El punto de equilibrio es el punto en el cual los gastos de la compañía son exactamente iguales a sus ingresos por ventas o por el volumen de servicios. Es el punto en el cual su negocio no obtiene ganancias ni incurre en pérdidas. Se puede calcular en forma matemática o en forma gráfica. Puede ser expresado en dinero (total de ingresos contrarrestado en forma exacta por los gastos totales), o en unidades totales de producción (en donde el costo de esa producción iguala exactamente al ingreso derivado de su venta).

Para aplicar un análisis de PE (punto de equilibrio) a una operación de negocio, se deben proyectar primero dos tipos de gastos: los costos fijos y los costos variables. Los costos fijos no varían con el nivel de ventas o de producción. Los costos variables lo hacen en proporción directa a los niveles de producción. Cuanto mayor es el volumen de ventas, más alto es el costo total. Para los propósitos del análisis de PE, cerciórese de incluir el costo por concepto de ventas en sus cifras de costos variables.

4.5.1 Fuentes de información para un análisis de PE

Todas sus cifras pueden derivarse de su proyección financiera a tres años. De hecho, ahora usted puede notar que cada documento financiero de su plan de negocio se basa en los documentos anteriores.

Ejemplo del cálculo del punto de equilibrio.

Notación empleada:

CT = Costo Total P = Precio
 CF = Costo Fijo Q = Cantidades
 CV = Costo Variable I = Ingresos
 $P.E$ = Punto de Equilibrio

Costo total

$$CT = CF + CV * Q$$

Ingresos

$$I = P * Q$$

Punto de equilibrio

$$P.E \rightarrow CT = I$$

Reemplazando las ecuaciones obtenemos:

$$CF + CV * Q = P * Q$$

$$Q = \frac{CF}{P - CV}$$

El valor de Q , nos indica el número de unidades que se deben producir y vender para alcanzar el punto de equilibrio.

Valores utilizados:

$$CF = \$250.000$$

$$CV = \$5.000/\text{unidad}$$

$$P = \$10.000/\text{unidad}$$

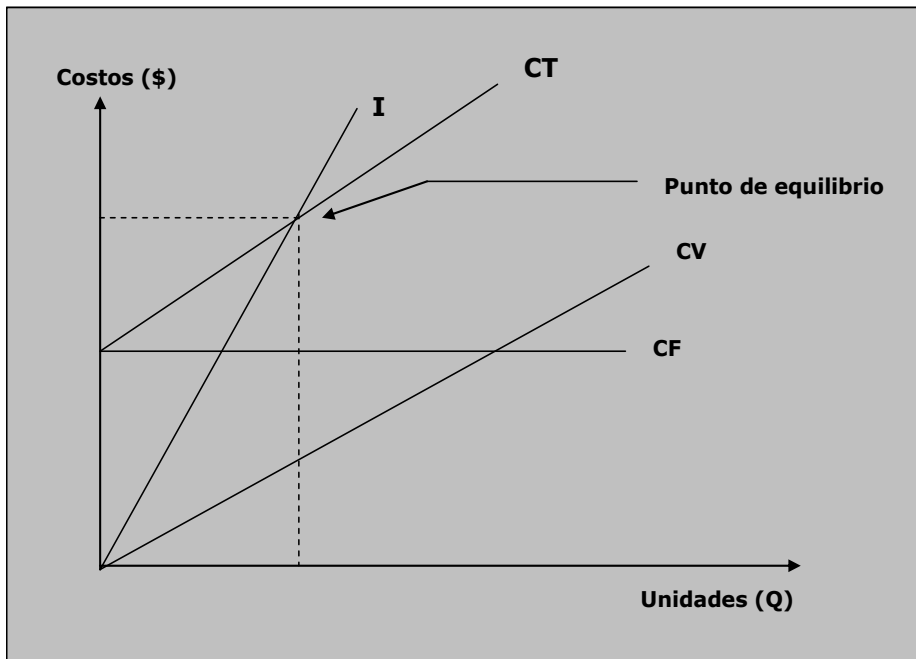
Cálculo del punto de equilibrio

$$Q = \frac{\$250.000}{\$10.000/\text{unidad} - \$5.000/\text{unidad}}$$

$$Q = 25\text{unidades}$$

La empresa debe producir y vender 25 unidades para estar en punto de equilibrio.

PUNTO DE EQUILIBRIO GRÁFICAMENTE



4.6 Proyección Estados Financieros

La información necesaria para elaborar una proyección a tres años de los ingresos se puede encontrar en su flujo de caja, en los pronósticos de ventas y presupuestos individuales, y en su análisis del negocio y de mercadeo. Asegúrese de considerar posibles fluctuaciones de los costos, la eficiencia de la operación, los cambios en el mercado y cualquier otro factor. Los aumentos y las disminuciones de los ingresos y los costos deben ser lo más realistas posibles. Estos cambios se deben reflejar en cualquier proyección. Recuerde también, que las tendencias de la industria pueden causar disminuciones a los ingresos y a los costos. Un ejemplo de esto se puede ver en la industria de la computación, en donde la competencia ha aumentado considerablemente y la estandarización de componentes ha causado una disminución tanto del costo como del precio de venta de ciertos artículos. A continuación se muestra un ejemplo de una entrega final de un grupo de Expoandes sobre las fuentes utilizadas para realizar sus proyecciones financieras.

4.6.1 Ejemplo Proyección Estados Financieros

Adaptado de una de las entrega de Expoandes.

Ventas: Es el producto del número de ventas realizadas por el precio del servicio establecido para este año. Se consideraron ventas del servicio a

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

71.600 clientes porque en el Boletín de Estadísticas de Turismo de Bogotá que publicó el Instituto Distrital de Turismo⁹⁸, el Departamento Administrativo de Seguridad DAS afirma que en el 2007 se presentaron 1,995,400 de turistas extranjeros en Bogotá de los cuales 616,771 venían exclusivamente a esta ciudad. Por otra parte, según el número de turistas que visitan Bogotá anualmente y considerando los resultados obtenidos de las encuestas hechas en nuestro estudio de mercado, podemos estimar que aproximadamente el 10% de esta población será el objetivo de ventas para nuestra empresa. Esto daría a nuestro proyecto un total de 61,600 ventas al año. Por lo tanto, el promedio mensual de ventas para la firma sería de 5,133 ventas, el promedio diario sería de 171 ventas y se espera que esta cifra aumente a medida que la empresa gane prestigio. Lo anterior es acorde a la capacidad de producción que se presentó en el capítulo x de nuestro plan de negocios.

El valor de las ventas que figura en el flujo de caja y en el P&G es el resultado del producto entre el número de ventas estimadas para el primer año de funcionamiento de la compañía y el valor de venta del servicio. El precio de venta es \$31.050 debido a un aumento en la inflación como lo explicaremos más adelante.

Cálculo de los otros valores: Para calcular el aumento en los salarios y prestaciones, mantenimiento de los buses, servicios públicos y privados, valor del arriendo de la oficina, parqueo de los buses, publicidad, seguros, depreciación y el impuesto de los vehículos; se tomaron los valores anuales de estos conceptos para el año anterior y se les aplicó un aumento debido a la tasa de inflación que se explicará a continuación.

Se obtuvo los datos históricos del Índice de Precios al Consumidor de los últimos 5 años, disponible en las bases de datos del Banco de la República. Con esto se calculó en promedio cuanto aumenta año a año la inflación. Después de analizar esta información se utilizará una inflación para iniciar el próximo año de 3.5%.

Los valores no sujetos al incremento de la inflación son los siguientes y fueron calculados de la siguiente manera:

- Impuesto Industria y comercio: Corresponde al 4,14 X 1000 sobre las ventas o ingresos de éste año.
- Intereses Financieros: Según la tasa de interés predeterminada cuando se adquirió el crédito el año inicial, la tasa de interés es la misma, hasta que se termine de amortizar la deuda.
- Impuesto de Renta: Corresponde al 33% sobre las utilidades brutas de este año.

⁹⁸ Instituto Distrital de Turismo. (2008). Boletín de Estadísticas de Turismo de Bogotá, Primer Semestre de 2008. Bogotá

4.7 Resumen

Los documentos financieros cubiertos en esta sección serán probablemente suficientes, tanto para su propio uso como para los inversionistas potenciales. Algunos inversionistas pueden no requerir todos los documentos y otros pueden requerir documentos adicionales. Lo importante de destacar en la compilación de cualquier estado financiero es que la información debe ser correcta y que usted debe tener documentos que sustenten sus cifras.

Recuerde, usted puede utilizar la información de su plan de negocio no sólo para ayudarlo en la obtención de un crédito, sino también para que le sirva como soporte durante la operación del negocio. Si usted ha hecho bien su trabajo, los documentos financieros que ha elaborado serán de mucho valor para usted en la evaluación de sus operaciones, y pueden convertirse en el factor determinante del éxito o fracaso de su negocio.

5. DOCUMENTOS DE APOYO

Ahora que usted ha terminado el cuerpo principal de su plan de negocio, debe incluir una sección separada para colocar otros documentos de apoyo a su plan. Los documentos de soporte son los que respaldan las afirmaciones y decisiones que aparecen en las tres partes principales de su plan. A medida que usted vaya compilando cada una de esas tres partes del plan de negocios, es una buena idea ir guardando una lista separada de los documentos de soporte que usted menciona, o que se le ocurran como material relevante. Por ejemplo, si usted está considerando solicitar un préstamo para compra de equipos, sus documentos de soporte pueden ser las facturas de equipos existentes, o contratos de leasing existentes. Mediante la lista de todos estos temas a medida que usted piensa en ellos, usted logrará una lista razonablemente completa de los documentos de soporte requeridos para cuando llegue a esta parte del plan de negocios. Usted puede clasificar y ordenar estos documentos en una secuencia lógica, y añadir cualquier otro que le parezca conveniente.

6. ENSAMBLE DE SU PLAN DE NEGOCIO.

Su plan se debe ensamblar de una manera profesional. Para dar una impresión favorable, se aconseja tener en cuenta lo siguiente:

Aspecto -- utilice un anillado espiral plástico o un empaste duro, que se puede adquirir en una papelería. Utilice cubiertas azules, marrones o negras. Los banqueros son generalmente conservadores.

Longitud -- ¡sea conciso! Generalmente, el plan de negocio no debe exceder de

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

30 a 40 páginas, incluyendo los documentos de soporte. Cuando usted esté escribiendo cada sección, repíense que está escribiendo un resumen. Incluya tanta información como sea posible en una descripción breve. Un inversionista potencial no desea tener que lidiar con grandes volúmenes de palabras para conseguir la información que necesita.

Presentación -- haga su mejor esfuerzo para construir un plan de negocios con una presentación agradable. Sin embargo no es necesario incurrir en costos muy altos, ni pagar gráficos ni impresión excesivamente costosa. Esto puede ser interpretado por algunos inversionistas como una actitud frívola e incluso causaría la impresión de que el préstamo solicitado no sería utilizado prudentemente.

Índice – asegúrese de incluir un índice en su plan de negocio. Se debe colocar después del resumen ejecutivo. Estructúrelo de manera detallada, de tal forma que el inversionista pueda localizar cualquiera de las áreas tratadas en el plan. Así mismo es importante enumerar los documentos de soporte.

Cuando termine, su plan de negocio debe parecer profesional, pero el inversionista debe saber que fue elaborado por usted. Esta será la mejor indicación para el inversionista para juzgar su potencial para el éxito. Asegúrese que su plan de negocio representa su mejor esfuerzo.

REFERENCIAS

- Bobrow, Edwin E. *Pioneering New Products: A Market Survival Guide*. Homewood, IL: Dow Jones-Irwin, 1987.
- Breen, George, and A. B. Blankenship. *Do-It-Yourself Marketing Research*. New York: McGraw-Hill, 1982.
- Carrillo de Rojas, Gladys. *Fundamentos de Contabilidad para Profesionales no Contadores*. Decimosexta Edición, 1997.
- Clifford, Denis, and Ralph Warner. *The Partnership Book*. Berkeley: Nolo Press, 1989.
- Goldstein, Harvey. *Up Your Cash Flow*. Los Angeles: Granville Publications, 1986.
- Husch, Tony, and Linda Foust. *That's a Great Idea*. Oakland, CA: Gravity Press, 1986.
- Lavin, Michael R. *Business Information: How to Find it, How to Use it*. Phoenix, AZ: Oryx Press, 1987.
- Levinson, Jay Conrad. *Guerilla Marketing: Secrets for Making Big Profits from Your Small Business*. Boston: Houghton-Mifflin, 1984.
- Ogilvy, David. *Ogilvy on Advertising*. New York: Vintage Books, 1985.
- Pinson, Linda, and Jerry Jinnett. *Anatomy of a Business Plan*. Tustin, CA: Out of Your Mind...and Into the Marketplace, 1989. Also available with a software package, Automate Your Business Plan, that applies principles of the text.
- Pinson, Linda, and Jerry Jinnett. *Marketing: Researching & Reaching your Target Market*. Tustin, CA: Out of Your Mind...and Into the Marketplace, 1988.
- Pinson, Linda, and Jerry Jinnett. *Out of Your Mind...and Into the Marketplace*. Tustin, CA: Out of Your Mind...and Into the Marketplace, 1988.
- Pinson, Linda, and Jerry Jinnett. *Recordkeeping: the Secret to Growth & Profit*. Tustin, CA: Out of Your Mind...and Into the Marketplace, 1989.
- Schmenner, Roger W. *Making Business Location Decisions*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982.
- Worthington, Anita, and Robert E. Worthington. *Staffing a Small Business: Hiring, Compensating, and Evaluating*. Denver, CO: Oasis Books, 1987.

ANEXOS PLAN DE NEGOCIOS

Coloque los anexos informativos o los detalles de cálculo que considere importantes para el buen entendimiento de la idea de negocio presentada.

Matriz de Selección Previa de Ideas de Negocio.	Información		Pre factibilidad Económica		Pre factibilidad de Mercado (20)	Pre factibilidad Técnica (25)	Votación del grupo (promedio) (30)	Promedio ponderado de Puntaje individual
	Suficiente información previa (5)	Disponibilidad de fuentes primarias y secundarias (15)	Costo del montaje (supuesto) (10)	Rentabilidad (5)				
Idea 1								
Idea 2								
Idea 3								
Idea 4								
Idea 5								
Idea 6								
Idea7								
Idea 8								

El objetivo central de esta matriz es confrontar los conocimientos previos de las ideas de negocio, planteadas por los integrantes del grupo y medir aspectos de prefactibilidad de dichas ideas, con el ánimo de permitirle al grupo tomar una decisión basada en criterios puntuales. Califique de 1 a 5, siendo 1= muy desfavorable y 5= muy favorable, cada uno de los criterios. Tome como primera opción de trabajo aquella idea que tenga un mayor puntaje.

Matriz de Selección Previa de Ideas de Negocio. (EJEMPLO)	Información		Pre factibilidad Económica		Pre factibilidad de Mercado (20)	Pre factibilidad Técnica (25)	Votación del grupo (promedio) (30)	Promedio ponderado de Puntaje
	Suficiente información previa (5)	Disponibilidad de fuentes primarias y secundarias (10)	Costo del montaje (supuesto) (7)	Rentabilidad (3)				
Impresora recicla hojas	3	3	1*	4	3	3	3.25*	2.965** *
Purificación Río Bogotá Mediante Bio tratamiento (líquenes)	4	4	2	3	4	4	3.5	3.68
"Fresa musical" para tratamientos dentales de niños.	2	4	4	4	4	4	4.5	4.05*** *
Cluster de empresas productoras de caucho en Bogotá.	3	4	5	4	4	5	3	3.97
Cemento de color adaptado para dientes	1	3	4	3	4	3	4	3.47

INGENIERÍA INDUSTRIAL Qué somos, Qué hacemos

CONTENIDO DE LAS ENTREGAS DEL PLAN DE NEGOCIOS

RESUMEN EJECUTIVO

EL NEGOCIO

DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO

ELABORACIÓN DE LOS PRODUCTOS O SERVICIOS

GERENCIA

PERSONAL

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR (A revisar en cada entrega)

ESQUEMA O PLAN DE TEMAS DEL DOCUMENTO - DIBUJO EN FREEMIND (A revisar en cada entrega)

MERCADEO

MERCADO OBJETIVO

COMPETENCIA

MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN

PRECIOS

MOMENTO DE ENTRADA AL MERCADO

UBICACIÓN

TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA

DOCUMENTOS FINANCIEROS

INVERSIÓN INICIAL

ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (P&G)

FLUJO DE CAJA

BALANCE GENERAL

PROYECCIÓN ESTADOS FINANCIEROS

ANEXOS