

**Gloria Teresita  
Huamaní Huamaní**

# Gestión de cadena de suministro e industria 4.0



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
INGENIERÍA**

**GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO E INDUSTRIA 4.0**

**GLORIA TERESITA HUAMANÍ HUAMANÍ**

**Dr. Jorge Alva Hurtado**

Rector UNI

**Dr. Gilberto Becerra Arévalo**

Vicerrector Académico

**Dr. Walter Estrada López**

Vicerrector de Investigación

**Gestión de la cadena de suministro e industria 4.0**

Primera edición, noviembre de 2019

500 ejemplares

Impreso en el Perú / Printed in Peru

© Gloria Teresita Huamaní Huamaní

Derechos reservados

© Derechos de edición

Universidad Nacional de Ingeniería  
Fondo Editorial (EDUNI)  
Av. Túpac Amaru 210, Rímac – Lima  
Pabellón Central / Sótano  
Telfs. 4814196  
Central telefónica: 4811070 anexos 7500 y 7501  
Correo-e: eduni@uni.edu.pe



Jefe EDUNI  
Prof. Álvaro Montaña Freire  
Coordinador Editorial:  
Mg. Nilton Zelada Minaya  
Editores asistentes  
Bach. Lourdes Estefany García Solís  
Bach. Rónald Moisés Quincho Chávez  
Srta. Kathia Alva Obando



Diseño de portada e infografías: Iván Ciro Palomino Huamaní

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2019-18397

ISBN 978-612-4396-21-2

Se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2019 en

Editorial Franco E.I.R.L.

Av. Lorenzo Encalada 222, Rímac, Lima - Perú

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio,  
total o parcialmente, sin permiso expreso del autor.

**A la memoria de mi abuelo Alejandro Huamaní Montoya, por inducirme a tener una visión de futuro desde pequeña y a mi hijo Edwin Alexander por el empeño y perseverancia en su especialización en operaciones, logística y gestión de cadena de suministro.**

## **Agradecimientos**

**A mis alumnos de sistemas productivos y  
logística empresarial de la Facultad de Ingeniería  
Industrial y de sistemas de la Universidad  
Nacional de Ingeniería**

# Índice general

ÍNDICE DE INFOGRAFÍAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE TABLAS	xx
PREFACIO	xxi
INTRODUCCIÓN	xxiii
<b>PARTE I</b>	
<b>CADENA DE SUMINISTRO, TECNOLOGÍAS E INDUSTRIA 4.0</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN	2
<b>Capítulo I</b>	
<b>La relación cliente proveedor y la cadena de suministro</b>	<b>3</b>
INTRODUCCIÓN	3
1.1 SISTEMA EMPRESARIAL Y SISTEMA PRODUCTIVO	3
1.1.1 SISTEMA DE REFERENCIA - SISTEMA EMPRESARIAL	3
1.1.2 SISTEMA PRODUCTIVO	5
1.2 CADENA DE VALOR - CADENA PRODUCTIVA - SISTEMA PRODUCTIVO	5
1.2.1 CADENA DE VALOR	5
1.2.2 CADENA PRODUCTIVA - SISTEMA PRODUCTIVO	8
1.2.3 ACTORES Y BENEFICIARIOS DE LA CADENA PRODUCTIVA	10
1.3 RELACIÓN PROVEEDOR CLIENTE	11
1.4 CADENA DE SUMINISTROS	12
CONCLUSIONES	13

<b>Capítulo II</b>	
<b>Gestión de cadena de suministro</b>	<b>15</b>
INTRODUCCIÓN	15
2.1 ENFOQUES DE GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO (SCM)	15
2.2 DEFINICIÓN DE GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO (SCM)	17
2.3 IMPLEMENTACIÓN DE UNA CADENA DE SUMINISTRO INTEGRADA	20
2.4 PROCESOS Y GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTROS	20
2.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES	22
2.5.1 PRODUCCIÓN EN MASA-MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA	22
2.5.2 RELACIONES CON LOS PROVEEDORES – COMPRAS JUSTO A TIEMPO	22
2.6 CADENA DE VALOR – CADENA DE SUMINISTRO	26
2.7 PROCESOS AUTOMATIZADOS Y GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	29
2.8 CASOS DE GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO	30
2.8.1 CASO VESTIDOS	30
2.8.2 CASO DE LA PAPA	30
2.9 GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO - PRODUCCIÓN LIMPIA	30
CONCLUSIONES	33
<b>Capítulo III</b>	
<b>Tecnología de información y comunicaciones aplicada a la gestión de cadena de suministro</b>	<b>35</b>
INTRODUCCIÓN	35
3.1 EVOLUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	35
3.2 TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	38
3.2.1 TECNOLOGÍA	38
3.2.2 INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	39
3.2.3 INFORMACIÓN	39
3.2.4 COMUNICACIÓN	41
3.3 FLUJO DE LA INFORMACIÓN Y LA CADENA DE SUMINISTRO	41
3.3.1 PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES	41
3.3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES	44

<b>3.4 LOS SISTEMAS BASADOS EN COMPUTADORA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN</b>	<b>45</b>
3.4.1 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN	47
3.4.2 ARQUITECTURA EMPRESARIAL E INGENIERÍA DE INFORMACIÓN	49
3.4.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANUFACTURA	49
<b>3.5 PLANEACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES (ERP)</b>	<b>51</b>
3.5.1 HISTORIA SAP R3	51
3.5.2 MÓDULO INTEGRADO	52
<b>3.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN LOGÍSTICO</b>	<b>52</b>
<b>3.7 INFORMACIÓN, SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS EN COMPRAS</b>	<b>53</b>
3.7.1 FLUJO DE INFORMACIÓN DE COMPRAS	54
3.7.2 INTERCAMBIO ELECTRÓNICO DE DATOS (IED)	55
3.7.3 MODELOS Y HERRAMIENTAS APLICADOS AL PROCESO DE COMPRAS	55
3.7.4 FUENTE DE INFORMACIÓN DE LOS PROVEEDORES	57
3.7.5 COMPRA ELECTRÓNICA – E-PROCUREMENT	57
<b>3.8 INFORMACIÓN, SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS EN ALMACENAMIENTO</b>	<b>58</b>
<b>3.9 TECNOLOGÍAS EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTROS</b>	<b>60</b>
3.9.1 CÓDIGO DE BARRAS	60
3.9.2 IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)	62
<b>3.10 NEGOCIOS ELECTRÓNICOS Y LOGÍSTICA OMNICANAL</b>	<b>63</b>
<b>3.11 CASOS EN OPERACIONES DE CADENA DE SUMINISTRO</b>	<b>64</b>
3.11.1 CASO 1. E-COMMERCE-DINET	64
3.11.2 CASO 2. CATÁLOGO ELECTRÓNICO GS1	64
3.11.3 CASO 3. GESTIÓN DE ENVÍOS	64
3.11.4 CASO 4. DHL	64
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>65</b>
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Industria 4.0</b>	<b>67</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>67</b>
<b>4.1 ORÍGENES DE LA INDUSTRIA 4.0 Y DEFINICIÓN</b>	<b>67</b>
4.1.1 ORÍGENES DE LA INDUSTRIA 4.0	67
4.1.2 DEFINICIÓN	69

4.2 CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DE INDUSTRIA 4.0	69
4.2.1 APLICACIONES EN INDUSTRIAS ALEMANAS	69
4.2.2 ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS GUBERNAMENTALES	70
4.3 ARQUITECTURA DE REFERENCIA A LA INDUSTRIA 4.0	71
4.4 TECNOLOGÍAS QUE DAN SOPORTE A LA INDUSTRIA 4.0	71
4.4.1 DIMENSIONES DE LA TECNOLOGÍA	71
4.4.2 FABRICACIÓN E IMPRESORA 3D	74
4.5 CADENA DE SUMINISTROS EN UN CONTEXTO DE INDUSTRIA 4.0	74
4.6 BLOCKCHAIN	75
4.7 ROBÓTICA Y DRONES EN LA GESTIÓN DE ALMACENES	76
4.8 COMPUTACIÓN EN LA NUBE E INTERNET DE LA COSAS EN SCM	77
CONCLUSIONES	77

## **Índice de infografías**

Infografía 1. La empresa en la economía de mercado	4
Infografía 2. Sistema productivo	6
Infografía 3. Proceso de transformación de tochos a tetera de aluminio	6
Infografía 4. Cadena de valor de Porter	7
Infografía 5. La vaca e industrias conexas	8
Infografía 6. Cadena productiva de derivados lácteos	9
Infografía 7. Componentes de cadena productiva	9
Infografía 8. Actores de la cadena productiva	11
Infografía 9. De Cliente a proveedor	12
Infografía 10. Flujo de bienes desde los proveedores, hasta el usuario final.	18
Infografía 11. Modelo de gestión de cadena de suministro	19
Infografía 12. Desarrollo de una cadena de suministro integrada.	20
Infografía 13. Cadena de suministro de cartera de cuero	21
Infografía 14. Ciclo de cumplimiento de órdenes de pedido: cliente - fabricante	21
Infografía 15. Ciclo de cumplimiento de órdenes de pedido distribuidor – consumidor final	21
Infografía 16. Elementos de Justo a tiempo	24
Infografía 17. Resultados de la implementación de justo a tiempo en Xerox	25
Infografía 18. Cadena de suministros de flores, esencias y perfumes.	27
Infografía 19. Prioridades competitivas	28
Infografía 20. Cadena de valor y cadena de suministros en e-comercio	29
Infografía 21. Estrategia de integración vertical de Topitop	31
Infografía 22. Productor acopiador – distribuidor de hojuelas de papa	31
Infografía 23. Desarrollo sostenible en Colca	31
Infografía 24. Kerata dejó de vender Pepsi y Coca Cola	32
Infografía 25. Etapas de la evolución de SCM	36
Infografía 26. Empresa integrada mediante ERP	36
Infografía 27. Empresa extendida con gestión de flujo de información en red	37
Infografía 28. Aprendizaje e información.	40

Infografía 29. Relación de datos, información y conocimiento	40
Infografía 30. Diagrama básico de Shannon	41
Infografía 31. Flujo de información en una cadena de suministro en manufactura	42
Infografía 32. Sistema de flujo de materiales - componente de un sistema de fabricación flexible	42
Infografía 33. Entradas al sistema de planeación de requerimiento de materiales	43
Infografía 34. Planeación de recursos de manufactura (MRP II)	45
Infografía 35. Modelo conceptual de subsistemas organizacionales	46
Infografía 36. Modelo general de sistemas de la compañía	47
Infografía 37. Sistema de información basado en computadora	48
Infografía 38. Clases de Sistemas de información	48
Infografía 39. Sistema de información de manufactura (SIM)	49
Infografía 40. Modelo de inventario de cantida económica de pedido	50
Infografía 41. Modelo de inventario de tamaño de corrida de producción	50
Infografía 42. Vista general del sistema logístico de información.	53
Infografía 43. Flujo de información externa a compras	54
Infografía 44. Flujo de información interna de compras	54
Infografía 45. Escala de medición según Saaty y estructura para seleccionar al mejor proveedor	56
Infografía 46. Árbol de decisión para seleccionar un proveedor	56
Infografía 47. Modelo de sistema de gestión de almacenes automatizada	59
Infografía 48. Código de barra y sus variaciones según producto	60
Infografía 49. Trazabilidad de productos frescos y GTIN	61
Infografía 50. Componentes del código de barra	62
Infografía 51. Grado de complejidad y evolución de las revoluciones industriales	68
Infografía 52. Arquitectura de industria 4.0	71
Infografía 53. Tecnologías de soporte a la Industria 4.0	73
Infografía 54. Tecnología del empaque por robots Motomán	74

# Índice de tablas

<b>Tabla 1. Coeficiente técnicos INSUMO PRODUCTO (CI/VBP)*100 a precios corrientes</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 2. Cadenas productivas desarrolladas en Arequipa</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 3. Interpretaciones de SCM</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 4. Producción en masa respecto a manufactura integrada por computadora</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5. Módulos de aplicación de SAP R/3</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 6. Dimensiones y tecnologías en industria 4.0</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 7. Cadena de suministro convencional versus cadena de suministro 3D</b>	<b>75</b>

# Prefacio

En la sierra del Perú aún se observa el método artesanal de sembrío para el autoconsumo, eso correspondería a la era agrícola o primera ola, según la clasificación de Toffler (1975) en “la tercera ola”. Actualmente, algunos productores de papa se han capacitado para incrementar la productividad; sin embargo, en muchas ocasiones se genera sobreproducción y no se logra recuperar su inversión, la causa podría ser un ineficiente flujo de información en la cadena de suministro. No obstante, existen productores o agentes que alquilan tierras y trabajan bajo el sistema de venta adelantada, quienes utilizan tractores, fertilizantes para el sembrío o trasladan los productos con camiones de carga a los centros de abasto.

En los últimos años se observa rapidez y seguridad en el servicio de transporte lo que facilita el flujo óptimo de los materiales. Este hecho se debería en parte al mejoramiento continuo de las vías de transporte.

Por otro lado, considerando que hay tiempo para todo cuanto ocurre y al haber estudiado Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Ingeniería (titulada en 1988), volví a las aulas universitarias en 1989 para estudiar la Maestría en Ingeniería de Sistemas, ese año dos profesores de control de inventarios viajaron fuera del país, por lo que hubo un concurso para las plazas respectivas y fui contratada por el Ing. Jorge Álvarez para dictar el curso de control de inventarios (4 horas). Entre 1994 y 1995 seguí el Programa Avanzado de Dirección Empresarial (PADE) en ESAN sobre Logística. En 1995 me gradué de Maestro en Ingeniería de Sistemas. En 1996 me hice cargo del curso de Logística, en el cual apliqué, además de conocimientos logísticos, los de ingeniería de información, término acuñado por James Martín. Con la reforma curricular del año 2003 el nuevo curso se denominó Logística Empresarial. En alguna ocasión he dictado un curso virtual de logística en el Programa de Actualización de Conocimientos para Titulación (PTAC).

Obtuve un año sabático de marzo de 2018 a marzo de 2019. Fue un espacio-tiempo para reflexionar, repensar sobre dos temas: cadena de suministros e

industria 4.0. No obstante, dediqué mi tiempo también para profundizar temas de aprendizaje, recursos educativos como parte de mi doctorado de educación, así tuve ocasión de participar en EDUNINE 2018 y EDUNINE 2019, II y III World Engineering Education Conference, respectivamente.

Un docente a tiempo completo se dedica también a la investigación, a la capacitación y a la actualización permanente, y todo ello requiere de tiempo adicional y excepcional, de modo que considero fructífero disponer de aproximadamente 720 horas al año (20 horas por 36 semanas, dos semestres académicos) por no haber dictado 12 horas de clases presenciales por semana, como tal no planifiqué actividades para el desarrollo de una clase, tampoco participé en la preparación y evaluación de clases y exámenes, entre otras actividades propias de un docente.

Mi compromiso con la universidad ha sido la elaboración de un libro sobre gestión de cadena de suministro e industria 4.0/Supply Chain Management (SCM) & Industry 4.0, como tal, no se ha tratado de revisar la historia de las revoluciones industriales, sino más bien se ha hecho un seguimiento de las tecnologías de información y comunicación aplicadas a la gestión de la cadena de suministros y ubicarla hoy en el contexto de industria 4.0.

Para garantizar la publicación se ha iniciado la gestión de la edición y publicación en primera instancia con el Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (EDUNI), en noviembre del 2018.

Para terminar, expreso mi agradecimiento a las personas que han facilitado el otorgamiento del Año Sabático, entre otros a Lic. Lourdes Kala, Msc. Javier Sánchez, Ing. Carlos Arámbulo e Ing. Carlos Chafloque; así como a la decana Dra. Gloria Valdivia. Asimismo, a la Dra. María Egúzquiza, por la supervisión del desarrollo incremental de la elaboración de los cuatro capítulos presentados al Instituto de Investigación (IIFIS) en su condición de directora del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas. A su vez, agradezco a Iván Ciro Palomino Huamaní por su valioso aporte en el desarrollo de las infografías que se presentan en los cuatro primeros capítulos y la ilustración de la portada de este libro.

Lima, 16 de marzo 2019

# Introducción

El objetivo de este libro es mostrar un análisis documental sobre la gestión de cadena de suministro y la industria 4.0.

La gestión de las tecnologías de información y comunicaciones garantiza un manejo óptimo del espacio-tiempo a corto, mediano y largo plazos. En la década de los noventa del siglo pasado se inició el uso intensivo de internet de las personas, hoy es más frecuente el uso de internet de las cosas (IoT), la conectividad y la computación en la nube, gestionada por los científicos de datos, lo cual facilita la atención rápida de los clientes, quienes aprecian que los productos estén a tiempo. Las tecnologías mencionadas, y otras, dan soporte a la industria 4.0.

Por otra parte, la gestión de cadena de suministro tiene diversos enfoques en su origen en este libro se da énfasis a dos flujos: el flujo de información y el flujo de materiales.

Este libro es el resultado de una revisión documental de las tecnologías de información, la gestión de cadena de suministro y la industria 4.0. También presenta un caso de la industria de servicios, como la industria editorial.

Este libro comprende dos partes. La primera parte organizada en cuatro capítulos, corresponde a la gestión de cadena de suministro e industria 4.0 basada en tecnologías. La segunda parte aborda los temas concernientes a la gestión de cadena de suministro y la distribución física internacional y se ha organizado en dos capítulos. En el capítulo I, se describe la relación cliente-proveedor, el sistema empresarial y la cadena de suministro. El capítulo II corresponde a los enfoques de la gestión de cadena de suministro y la implementación de la misma por fases; se incluye casos. El capítulo III aborda la evolución de las tecnologías de información y comunicaciones para gestionar la respuesta rápida a los clientes. En el capítulo IV se trata de los orígenes de la industria 4.0, las tecnologías que dan soporte a la industria 4.0 y la aplicación en la gestión de cadena de suministros.

El capítulo V corresponde a la gestión de cadena de suministro y empresas de servicios, se presenta una revisión de la clasificación de empresas de servicio, se aborda la tercerización y operadores logísticos; también se describe los actores en la industria editorial y se muestra la exportación de servicios. En el capítulo VI se analiza compras internacionales (importación) y ventas internacionales (exportación), transportación y temas concernientes a la logística comercial internacional (LCI) y distribución física internacional (DFI).

La referencia bibliográfica, la recopilación ha sido compleja debido a que algunos textos han estado escritos en alemán, francés por otra parte ha sido diversa. Se ha revisado textos impresos y digitales, destacando los videos. Asimismo ha sido necesario participar en cursos masivos en línea (MOOCS) para internalizar los alcances de la industria 4.0.

El texto está dirigido a los interesados en la "simbiosis" de la industria 4.0, tecnologías y gestión de cadena de suministro. Las tecnologías dan soporte a diversas disciplinas. Los servicios de exportación requieren de la sinergia de la logística de varias empresas y ellas están constituidas por personas, por ello confío en que los investigadores sobre gestión de cadena de suministro encuentren un motivo para leer.

# Cadena de suministro, tecnologías e industria 4.0

## INTRODUCCIÓN

El internet de la información ha evolucionado al internet de las cosas y está facilitando el desarrollo de las ciudades y fábricas inteligentes. Por otra parte, desde la década de los sesenta del siglo pasado, las tecnologías de información y comunicaciones se han desarrollado a tal punto, que las empresas satisfacen las necesidades de los consumidores finales cada vez con una respuesta rápida como un factor importante en calidad de los servicios.

Se aborda los temas de INDUSTRIA 4.0 y la gestión de cadena de suministro, desde la relación cliente-proveedor. Se hace una revisión teórica de los orígenes de cadena de suministro a través de la línea de tiempo entre 1960 y 2018; y se trata de identificar los orígenes de la industria 4.0 y se caracteriza el contexto donde se gesta; aunque no es objeto de estudio la caracterización de las revoluciones industriales, sino más bien la descripción de las tecnologías que facilitan la transformación digital.

La producción limpia, el uso de energías renovables, el uso adecuado de los recursos naturales, el agregar valor, diversificar la producción es importante para garantizar el flujo de materiales, tomando en cuenta el flujo de información, flujo financiero, flujo de procesos que constituye la gestión de cadena de suministros.

Cabe señalar que la mayor parte del material bibliográfico sobre industria 4.0 se halla en idiomas alemán e inglés con una traducción bastante técnica ofrecida por Google.

## **CAPÍTULO I**

# **La relación cliente proveedor y la cadena de suministro**

### **INTRODUCCIÓN**

Se aborda la relación cliente proveedor, se revisa la definición de varios autores sobre cadena de suministro y se describe los actores de la cadena y el valor añadido que se genera.

### **1.1 SISTEMA EMPRESARIAL Y SISTEMA PRODUCTIVO**

#### **1.1.1 SISTEMA DE REFERENCIA - SISTEMA EMPRESARIAL**

Un análisis sistémico permite visualizar que la relación existente entre las empresas y los consumidores no es directa, sino entre ellas existe el mercado de trabajo, el mercado del saber y la innovación, el mercado de capitales, y el mercado de bienes y servicios. En este enfoque, el subsistema productivo es parte del sistema empresarial.

Para Domínguez et al. (1995) «las empresas detectan las necesidades de los consumidores y las satisfacen mediante la elaboración de una serie de bienes y servicios que dan lugar a un flujo entre ambos» (Ver Infografía 1).

Por otra parte, la empresa utiliza factores de producción para la obtención de bienes y servicios, tales como materiales, equipos, trabajo, energía, información, capital.

Los materiales son las materias primas, los insumos que ingresan al sistema empresarial y sirven de base a la transformación.

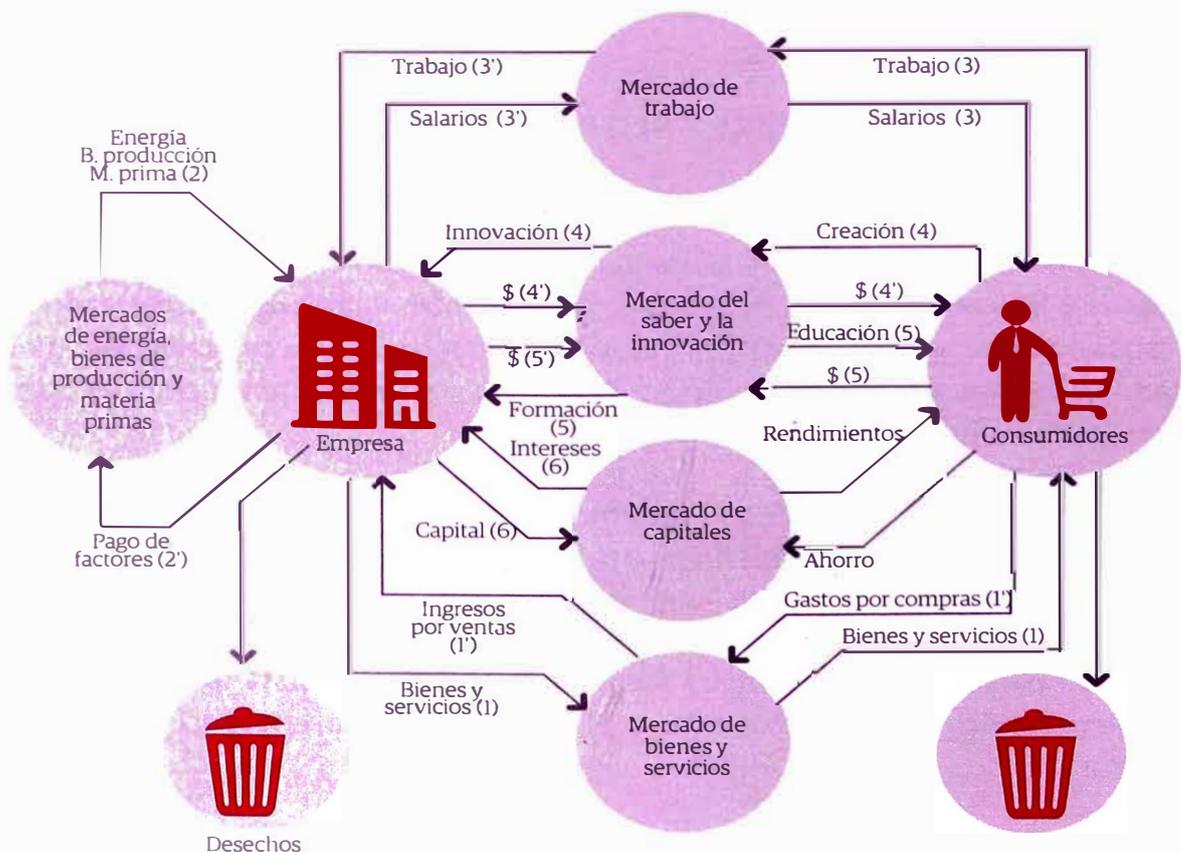
Los equipos productivos, las máquinas, dispositivos, herramientas, utilería son necesarios para realizar la fabricación y/o el montaje.

En cuanto a la energía necesaria para el funcionamiento de las máquinas, en este rubro hay una evolución desde la utilización del carbón, petróleo, electricidad, y el uso de las energías renovables como paneles solares y energía eólica.

El factor trabajo constituido por los recursos humanos necesarios para el funcionamiento de la empresa, desde la década de los noventa del siglo pasado, se denomina capital humano.

La información es un factor o recurso valioso para la toma de decisiones y normal funcionamiento de la empresa que, además, comprende la formación continua, los aprendizajes, la creación de conocimiento y la innovación. Son los bienes inmateriales poseídos por los miembros de la empresa.

El factor capital comprende los recursos financieros y económicos necesarios para el funcionamiento de la empresa, como son el capital de trabajo, la adquisición de materia prima e insumos, la adquisición de equipos, maquinaria, energía, etc.



Infografía 1. La empresa en la economía de mercado.  
Fuente: Basado en Rosnay citado por Domínguez et al. (1995, p.4)

### **1.1.2 SISTEMA PRODUCTIVO**

El proceso de transformación (PT) de insumos a productos ha sido modelado por varios autores. Para Schroeder et al. (2011, p. 12), las operaciones se han definido como un sistema (o proceso) de transformación que convierte insumos en productos. Mientras que para Fernández et al. (2003, p. 2 - 5) «la función producción se puede caracterizar como un sistema abierto. En una relación dinámica con el entorno, el sistema de producción recibe varios inputs, los transforma en cierta forma y exporta outputs».

Un sistema de producción es un conjunto de insumos (input) que interactúan entre sí, sufren un proceso de transformación (T) para producir bienes o servicios (producto/output), realimentándose/retroalimentándose a través de un proceso de control (ver Infografía 2), en Infografía 3 se muestra un ejemplo sobre la fabricación de una tetera a partir de tochos de aluminio.

## **1.2 CADENA DE VALOR - CADENA PRODUCTIVA - SISTEMA PRODUCTIVO**

Con frecuencia hay preguntas generadas sobre valor añadido formuladas del siguiente modo: ¿cómo lograr valor añadido?, ¿cómo obtener ventajas competitivas?, entre otros. Una respuesta se puede encontrar en Domínguez et al. (1995, p.5): «La creación de un valor añadido después de retribuir los distintos factores es una de las principales funciones de la empresa en el sistema y una condición necesaria para su supervivencia a largo plazo».

### **1.2.1 CADENA DE VALOR**

Porter, por los años ochenta, propuso el modelo de cadena de valor (ver Infografía 4). Según Porter (2000) la cadena de valor está constituida por tres elementos básicos:

**Actividades primarias:** tienen que ver con la producción, logística y comercialización de producto.

**Actividades secundarias o soporte:** encargadas de la administración de recursos humanos, desarrollo tecnológico, compras de bienes y servicios, infraestructura empresarial, asesoría legal y relaciones públicas.

**Margen:** diferencia entre los costos totales y los valores recibidos en la empresa para realizar la actividad generadora de valor. Los proveedores se encargan de dar todos los servicios a los productores, desde asistencia técnica, créditos, insumos, maquinarias.



Infografía 2. Sistema productivo  
Fuente: Schroeder et al. (2011, p.12), Fernández et al. (2003, p. 2)

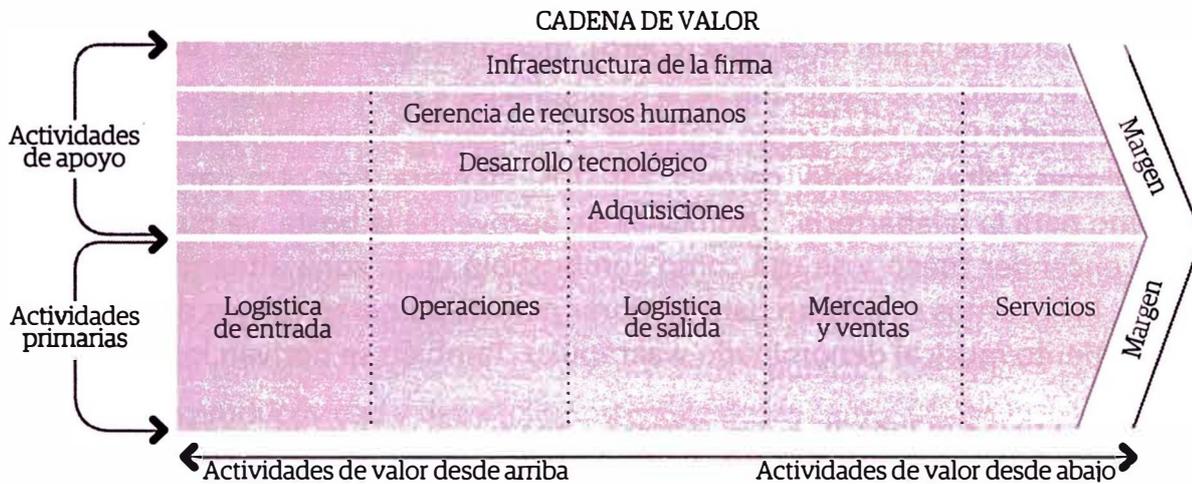


Infografía 3. Proceso de transformación de tochos a tetera de aluminio  
Elaboración propia

Las actividades primarias del negocio, según Porter —citado por Quintero y Sánchez (2006, p.382)— son:

- a. Logística de entrada: conformada por las actividades de recepción, almacenaje, manipulación de materiales, inventarios, vehículos, devoluciones, entre otros.
- b. Operaciones: compuesta por la transformación del producto final (mecanizado, montaje, etiquetado, mantenimiento, verificación y operaciones de instalación).
- c. Logística de salida: constituida por la distribución del producto acabado (almacenaje de mercancías acabadas, manejo de materiales, vehículos de reparto, pedidos y programación).
- d. Comercialización y ventas: integra las actividades involucradas en la inducción y fácil adquisición de los productos (publicidad, fuerza de ventas, cuotas, selección de canales, relaciones canal, precios).

- e. Servicio: constituida por aquellas actividades que tratan de mantener y aumentar el valor del producto después de la venta (instalación, reparación, entrenamiento, suministro de repuestos y ajuste del producto).



Infografía 4. Cadena de valor de Porter

Fuente: Porter (2000)

En el modelo de Porter (Infografía 4) aparecen los términos logística de entrada (relación con el proveedor) y logística de salida (relación con el distribuidor hasta consumidor final), algunos autores denominan a la logística de salida como logística de la distribución. Por otra parte, hay tendencias a tercerizar la fabricación, a externalizar la logística de la distribución, es el caso de la zona Colón en Panamá, que ofrece servicios logísticos, allí no hay fábricas; sin embargo, se acondicionan los productos para llegar a su punto final de venta según las necesidades del cliente.

Acerca del valor añadido, señala Porter (CADE, 2010), citado por Krehoff (2010): «Las exportaciones dependen en gran medida de la explotación de los recursos naturales y no están integradas dentro de la economía nacional. La mayoría de las maquinarias y los servicios requeridos para estas actividades exportadoras son importados desde fuera». No habría política de estado para incrementar la diversificación productiva y agregar valor, dado que todavía un porcentaje significativo de los ingresos depende de las exportaciones tradicionales de la pesca, la minería, la agroexportación, y se sigue explotando los recursos naturales y exportando sin valor añadido. En esta línea, afirma Barrenechea (2018), Perú incrementa sus exportaciones de palta:

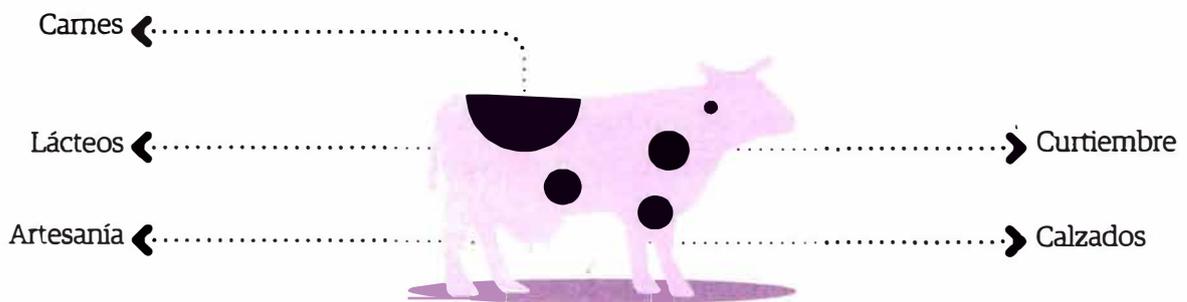
En este 2018, el SENASA proyecta sellar los acuerdos para el ingreso de la palta a Tailandia, Filipinas, Corea y Vietnam; mandarina a Japón; cítricos a República Dominicana e India; quinua a China y Colombia, y uva a Malasia, así como mejorar las condiciones de acceso para los espárragos y arándanos a Estados Unidos.

### 1.2.2 CADENA PRODUCTIVA - SISTEMA PRODUCTIVO

Los factores productivos y los agentes económicos interactúan entre sí en la obtención de un producto o servicio. En el sector ganadería, se observa varias industrias conexas; en la Infografía 5, se muestra las conexiones del ganado vacuno. A partir de la piel de la vaca (cuero), mediante el proceso de curtiembre se obtiene el cuero procesado que sería el insumo para productos finales que llegan al consumidor final, tales como carteras, monederos, billeteras, bolsos, casacas, pantalones, faltas, vestido, correas, zapatos, etcétera. Por otra parte, sería un insumo para la talabartería. Asimismo, se aprovecha la bosta, ya que esta sirve para encender fuego y se usa como combustible en la zona altoandina; por su parte, los cuernos se utilizan para elaborar peines, peinetas, juegos de mesa y el instrumento musical denominado wakrapuku. También se derivan los lácteos.

Según el MINAGRI (2017), entre el 2007 – 2014:

(...) la leche fresca es el insumo que tiene mayor participación en la generación de valor bruto de producción de la industria de fabricación de productos lácteos, seguido de los envases de hojalata. Por cada cien soles generados como producción bruta en la industria de lácteos, se gasta en promedio 36,1 soles en leche fresca sin procesar y 10,2 en envases de hojalata (Tabla 1).



Infografía 5. La vaca e industrias conexas

Tabla 1.

Coefficiente técnicos INSUMO PRODUCTO (CI/VBP)\*100 a precios corrientes

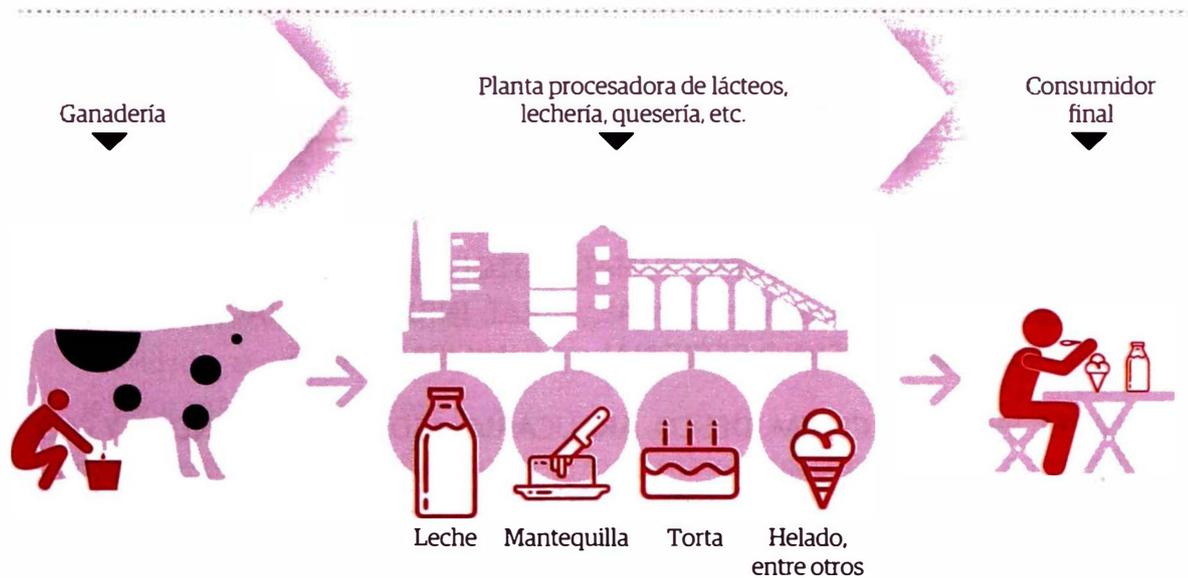
Insumos	\ AÑO	2007-2011	2012	2013	2014	Promedio
Leche fresca		...	35,1	35,1	34,8	36,1
Leche en polvo		...	4,1	4,1	4,0	3,8
Envases de Hojalata		...	10,1	10,1	10,0	10,2
Papeles y cartones ondulados y envases		...	4,3	4,4	4,8	4,4

Fuente: Extraído de MINAGRI (2017)

Valor Bruto de producción (VBP)

Los pobladores de la provincia de Cangallo de la región de Ayacucho, han entendido bien, que no solo basta criar ganado vacuno, sino agregar valor, por eso en Condorcocha existe una planta que elabora queso, mantequilla y helados (ver Infografía 6).

Se conceptualiza la cadena productiva como un conjunto de agentes económicos que interactúan entre sí para añadir valor. En la Infografía 7 se muestra los componentes de la cadena productiva. Estos agentes son variados, en el ejemplo de la cadena productiva de productos lácteos, los agricultores cuidan los pastos que consume el ganado vacuno, existen proveedores de vacunas y de alimentación balanceada; en la etapa de ganadería, en el proceso de transformación, se requieren insumos, energía, información, capital, fuerza de trabajo, luego estos pasan a la etapa de comercialización, cuando todas las actividades están orientadas al consumidor final. También es importante tomar en cuenta los actores privados y públicos que intervienen en la mejora de la productividad y desarrollo sostenible de las comunidades.



Infografía 6. Cadena productiva de derivados lácteos  
Fuente: elaborado con base en fotos de García (2016) y Alca (2018)



Infografía 7. Componentes de cadena productiva  
Fuente: Huamani (2016)

### 1.2.3 ACTORES Y BENEFICIARIOS DE LA CADENA PRODUCTIVA

Sobre cadenas desarrolladas, Barreda (2004)<sup>1</sup> describe productos y lugares en Arequipa (ver Tabla 2), también enfatiza que «La cadena productiva describe la sucesión de operaciones, que partiendo de una materia prima o un producto intermedio finaliza después de diversos niveles de procesamiento/valorización, en uno o varios productos acabados a nivel del consumidor». A su vez, identifica a los actores en una cadena productiva.

Tabla 2  
Cadenas productivas desarrolladas en Arequipa

Nivel	Producto – Lugares
Nacional	Algodón (Acarí, Bella Unión y Viñor), MAD (Acarí y Camaná), arroz (Camaná, Majes y Tambo), trigo (Islay y Castilla), fibras (Caylloma y Castilla) y lácteos (Arequipa, Chuquibamba, Caylloma, Castilla e Islay).
Regional	Páprika (Arequipa, Majes e Islay), vid (Caravelí)
Local	Ajo (Arequipa), olivo (Acarí), kiwicha (I. Majes), M. amilacio (Cabanaconde) y cuyes (Arequipa, I. Majes)

Fuente: Barreda (2004)

**INSTITUCIONES ESTATALES:** DGPA, SUNAT, AUTODEMA, INDECOPI, PSI-PERAT, MPET, MICE. P.E. COPASA. SENASA, INIAE, PERAT, INRENA, CONACS, AGROBANCO, ATDR, PRONAA GOBIERNO REGIONAL y MUNICIPALIDADES.

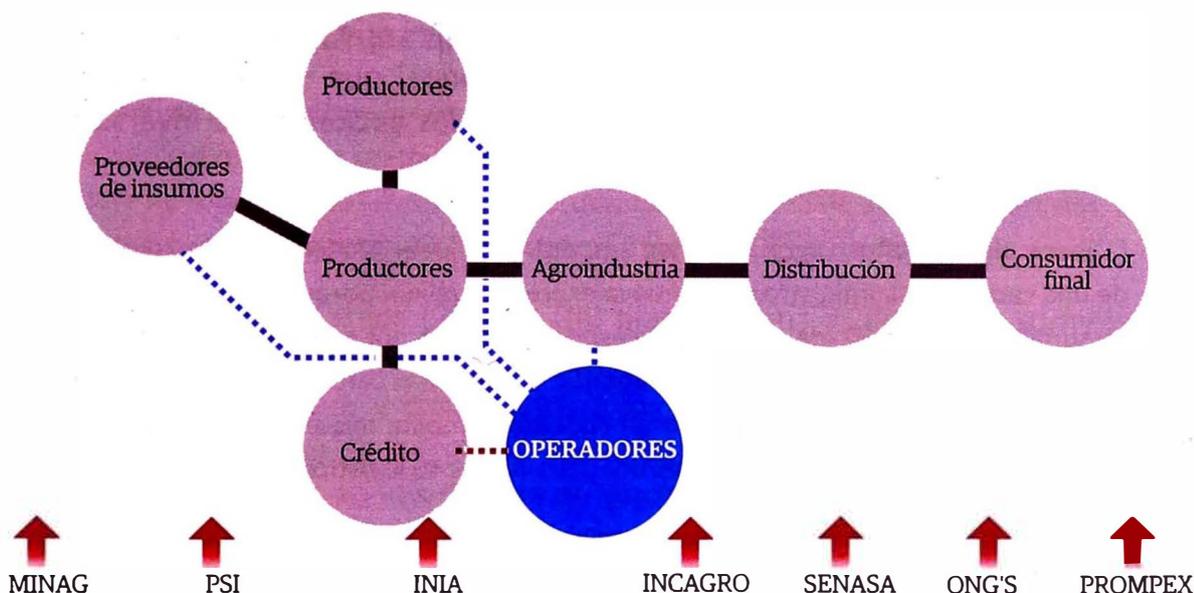
**ONG:** LAVET, IPAC y AIA CESEM. DESCO, ARAUCARIA, ASDE, CEDER, CINDES Y FAO.

**EMPRESAS:** HORTUS, FARMEX, MISTI, AGROVIDA, ZVICOR, GLORIA, LAIVE, TECCHIC, LINROS, Química Suiza, FARMAGRO, CEO Don BOSCO, SEMA, ALICORP, RAISS, ACUDES, TDAS UNIDAS, MOLINOS ARROCEROS, RICOPOLLO, JASABUS, HORTFRUT TRADING, EFADA, TRASTURIN, PROINCA, SABARIN, RINCONADA SUR, ROVALEX y SEGIMSA.

**UNIVERSIDADES:** Universidad Nacional San Agustín (UNAS) y Universidad Católica Santa María (UCSM).

En un estudio realizado por Gómez (s.f.) aparecen como actores de una cadena productiva: SENASA, PROMPEX, INCAGRO, ONG, INIA, etcétera. También se añade a los operadores que coordinan las actividades de la junta de usuarios, proveedores de insumos, proveedores de crédito, productores, agroindustriales, distribuidores, consumidores finales, tal como se aprecia en la Infografía 8.

<sup>1</sup> [www.minag.gob.pe/docs\\_apc/cadenas\\_prod/items/HBarreda\\_Experiencias\\_Regionales\\_Arequipa.ppt](http://www.minag.gob.pe/docs_apc/cadenas_prod/items/HBarreda_Experiencias_Regionales_Arequipa.ppt)



Infografía 8. Actores de la cadena productiva

Fuente: Gómez (s.f.)

Por otra parte, el estado peruano dio cuenta de la implementación de la política de diversificación productiva, de este modo el presidente ejecutivo de Sierra Exportadora, Alfonso Velásquez<sup>2</sup> (2016), manifestó que:

(...) la entidad que dirige está trabajando para que la producción de berries, quesos, ganadería altoandina, trucha, entre otras, logren mayor competitividad y se sumen a las actividades económicas más representativas de la región andina, tal como se ha hecho con la palta en los últimos años.

La producción de café palta Hass y otros frutales, así como el cacao, benefician a 100 mil de los 201 891 pequeños productores que se favorecen con la labor promotora de Sierra Exportadora, a través de sus sedes descentralizadas. De igual manera, estas tres son las responsables de generar 21 000 de los 30 000 puestos de trabajo directos que se establecen con el desarrollo de las cadenas productivas diversificadas y articuladas por este organismo público, según reportó la Oficina de Monitoreo y Evaluación de Sierra Exportadora.

### 1.3 RELACIÓN PROVEEDOR CLIENTE

Conocer las necesidades del cliente, anticiparse a ellas requiere innovar productos, esta innovación se puede dar como producto terminado o como procesos de producción o modos de comercialización (se aprecia en la Infografía 9). Hay

<sup>2</sup> <https://gestion.pe/economia/ventas-cadenas-productivas-promovidas-sierra-exportadora-suben-432-tres-anos-144910> 31 de enero 2016

éxito si hay flujo financiero, con margen de utilidades que permita satisfacer también a los clientes internos (los recursos humanos) que se han dedicado a la obtención del producto final. Y por supuesto a los accionistas o inversionistas. Schonberger (1993, p. 39) afirma:

(...)hace algunos años, algunas firmas empezaron a idear tácticas para la administración de una cadena de suministros, una nueva expresión válida, porque el concepto de cadena de suministro refleja la idea esencial de asociación unida por eslabones. Cadena de cliente refleja lo mismo, y tiene además dos ventajas: 1) llega más cerca de la fuente de la demanda y de los ingresos; 2) suena como un concepto amplio, mientras que algunos podrían suponer que cadena de suministro es un mero concepto logístico.



Infografía 9. De cliente a proveedor  
Fuente: Elaborado con base en fotos Barreda (2015) y Huamaní (2018)

Schonberger (1993) sugiere la denominación cadena de cliente, a la integración de canales de comercialización con cadena de suministros. En la próxima sección se plantea el origen de la denominación de cadena de suministros.

## 1.4 CADENA DE SUMINISTROS

Diversos autores presentan definiciones acerca de la cadena de suministro. Mentzer (2001) et al., citado por Ballou (2004) y Lietke (2005), definen una cadena de suministro como «un conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) involucradas en los flujos ascendentes y descendentes de productos, servicios, finanzas o información de una fuente a un cliente». Mientras que, para Chase, Aquilano y Jacobs (2000, p. 466):

El término cadena de suministros viene de una imagen como las organizaciones están vinculadas entre sí. Si se comienza con un departamento de compras como punto de partida y se analiza el lado de la oferta, se observa que ésta tiene un número de proveedores y que cada uno de ellos tiene, a su vez, su propia serie de proveedores, y así sucesivamente. El resultado es una red de proveedores o una serie de cadenas.

Continuando con la revisión bibliográfica, según Chopra & Meindl (2008, p. 3):

Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes.

Asimismo, Voysest & Vreca (2009, p.34) plantean que «Cadena de suministros es el proceso de abastecer los materiales, convertirlos en productos intermedios y productos terminados y distribuirlos a los consumidores... es producto de la evolución del término de logística». En tanto, Schroeder, Meyer, & Rungtusanatha (2011, p. 5.) afirman «La cadena de suministros es la red de operaciones de manufactura y de servicios que se abastecen entre sí materias primas por medio de la manufactura hasta el consumidor final». Además, se acota que:

la función de compras proporciona insumos dentro del proceso de transformación de la organización, los cuales provienen de otras organizaciones lucrativas o no. En contraste, la función de logística es comúnmente responsable por el movimiento real de bienes o servicios, a través de las organizaciones.

La cadena de suministro o "supply chain" (SC) abarca todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes e información asociada desde la fase de materias primas hasta el usuario final.

Sin embargo, Coyle et al. (2012, p.17) afirma que «los términos cadena de suministro, cadena de demanda, red de valor y cadenas de valor, entre otros, pueden usarse como sinónimos».

## **CONCLUSIONES**

De la revisión bibliográfica, se deduce que la cadena de suministros se refiere al flujo y transformación de materiales desde el inicio hasta el final.

## CAPÍTULO II

# Gestión de cadena de suministro

### INTRODUCCIÓN

El término de *supply chain management* (SCM) es traducido, por lo general, como gestión de cadena de suministro, aunque Christopher (2008, p. 92) traduce *management* como administración. En este documento se utiliza gestión y administración como sinónimos.

En esta sección se muestra los enfoques de SCM, definiciones de SCM, la implementación por fases, sistemas de producción, producción justo a tiempo y su relación con los proveedores, cadena de valor y cadena de suministros, procesos automatizados y casos de SCM.

### 2.1 ENFOQUES DE GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO (SCM)

El término *supply chain management* (SCM) fue acuñado por Oliver y Webber (1982) quienes dan cuenta de su trabajo:

En el estudio hecho sobre empresas de una amplia variedad de industrias en los Estados Unidos, Japón y Europa occidental se encontró que el enfoque tradicional de intercambios entre los objetivos conflictivos de las funciones clave —compras, producción, distribución y ventas— a todo lo largo de la cadena de suministro no opera muy bien. Se necesita una nueva perspectiva y, como consecuencia, un nuevo enfoque: la administración de cadenas de suministro.

Diversos autores utilizan como referencia bibliográfica a Ballou (2004), quien afirma:

Algunos proponen que la dirección de cadena de suministros es sólo otro nombre para la dirección integrada de logística de los negocios (IBLM, por sus siglas en inglés) y que con los años se ha fomentado el amplio alcance de la administración de suministros. Por lo contrario, otros dicen que la logística es un subgrupo de la dirección de la cadena de suministros (SCM, por sus siglas en inglés), donde la SCM considera temas adicionales más allá de los del flujo del producto. (2004, p.6).

Existen diversas interpretaciones sobre el término gestión de cadena de suministro, Delfmann y Albers (s.f., p. 2), indican que «el término fue mencionado por primera vez por los consultores de gestión Oliver y Webber a principios de los años '80 para cambiar la atención hacia la integración transversal» y añaden «Las raíces de SCM pueden ser localizadas en la literatura logística...». Mientras tanto, se puede observar diferentes interpretaciones de SCM en Tabla 3.

Tabla 3.  
Interpretaciones de SCM

La comprensión de SCM se ve como:	Autores
Enfoque	Johannsson (1994)
Concepto	Bechtel/ Jayaram (1997), Schary / Skjott-Larsen (1985)
Perspectiva	Ellram (1991)
Filosofía	Cooper/Lambert/Pagh (1997), Cooper/ Ellram (1993)
Técnica	Turner (1993)

Fuente: extraído de Delfmann y Albers ( s.f., p. 2) - Tabla 1: Understanding SCM

Bechtel y Jayaram (1997), citados por Delfmann y Albers (s.f., p. 2), identificaron cuatro escuelas de pensamiento genéricas de SCM<sup>3</sup>: la escuela con enfoque de la cadena funcional, la escuela de vinculaciones logísticas, la escuela de información y la escuela de integración de procesos.

#### 1. La escuela con enfoque de la cadena funcional

Houlihan (1988) citado por Delfmann y Alber (s.f., p. 2), sostienen que “la gestión de cadena de suministro cubre el flujo de bienes desde el proveedor, fabricante y distribuidor al usuario final”. Esta cadena se caracteriza por dos aspectos: a) se concentra en el movimiento de los bienes y b) se contempla como una cadena de diferentes actores y funciones, que incluyen a los pro-

<sup>3</sup> “the functional chain awareness school, the linkage/logistics school, the information school, and, finally, the integration/process school.”

veedores y fabricantes desde el principio hasta el final del proceso, agregando valor en cada proceso.

## 2. La escuela de vinculaciones logísticas

Esta escuela de pensamiento enfatiza los vínculos que existen entre diferentes áreas funcionales dentro de la cadena. Turner (1993), citado por Delfmann y Albers (s.f., p. 3), afirma que «SCM es una técnica que analiza todos los enlaces del mercado, desde proveedores de materias primas a través de varios niveles de fabricación, almacenamiento y distribución hasta el cliente final».

## 2. La escuela de información

Esta escuela considera la importancia del flujo de información, además del flujo de materiales.

Delfmann y Albers (s.f., p. 3) hacen referencia a Johannsson (1994) quien precisa que «SCM requiere que todos los participantes de la cadena de suministro estén debidamente informados. Con SCM, la vinculación y los flujos de información entre varios miembros de la cadena de suministro son críticos para el rendimiento general».

## 3. La escuela de integración de procesos

Según Cooper, Lambert y Pagh (1997), citados por Delfmann y Albers (s.f., p.4): «La integración de los procesos comerciales en toda la cadena de suministro es lo que llamamos gestión de la cadena de suministro». Añaden que «La integración de procesos comerciales clave desde el usuario final hasta los proveedores originales que proporciona productos, servicios e información que agregan valor para los clientes y otras partes interesadas».

Delfmann y Albers (s.f., p. 77) presentan conclusiones de su estudio y una de ellas es «En el proceso de globalización cada vez más acelerado, el concepto integrador de SCM parece prometer el éxito para las empresas implementadoras», esta conclusión se asemeja a la propuesta de Krajewski y Ritzman (2000, p. 460 – 462).

## **2.2 DEFINICIÓN DE GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO (SCM)**

Para Oliver y Webber (1982):

La administración de cadenas de suministro difiere significativamente del control clásico de materiales y manufactura en cuatro aspectos. Dichos aspectos se describen del siguiente modo:

Primero, la cadena de suministro es una entidad única, esquematizada mediante la infografía 10, donde se visualiza que el flujo de materiales tiene un punto de origen y pasa una serie de procesos hasta consumidor final.

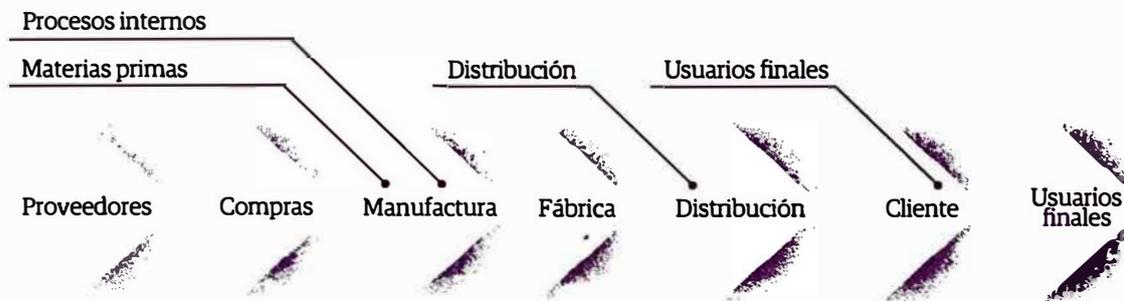
Segundo, ver como entidad única requiere una toma de decisiones estratégicas.

Tercero, una nueva concepción de los inventarios se debe considerar como un mecanismo de equilibrio al que se acude como último recurso y no desde el principio.

Como cuarto aspecto, propone que se requiere integrar las actividades y no solamente interrelacionarlas, por lo que es necesario analizarla y administrarla con enfoque sistémico.

Asimismo, muchos autores, entre ellos Ballou (2004, p.5) y Lietke (2005), citan a Mentzer como gestor de una definición:

La administración de la cadena de suministros se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo.



Infografía 10. Flujo de bienes desde los proveedores, hasta el usuario final.

Fuente: Christopher (2006, p. 96)

La propuesta de Mentzer se muestra en la Infografía 11. Se observa que hay muchos flujos, como son: productos o servicios, recursos financieros, flujo de información, demanda y pronóstico. Además, hay coordinación corporativa entre empresas internas y externas a ella, y también entre las unidades funcionales: marketing, investigación y desarrollo, pronósticos, producción, compras, logística, finanzas, servicio al cliente, sistemas de información, en esta aseveración se puede mostrar que para Mentzer compras y logística son términos diferenciados. Y que para que sea posible cumplir la meta de servir al cliente se requiere valores

## Gestión de cadena de suministro e industria 4.0

de la empresa, en cuanto se refiere a generar confianza, asumir compromiso de buenas prácticas, asumir riesgos, y tener un comportamiento amigable con la naturaleza.

Cabe señalar que Ballou publica como Productividad, mientras que Lietke utiliza el término “*Profitability*”, cuya traducción es rentabilidad.

Continuando con la revisión bibliográfica, Coyle et al. (2012 p.16) afirman que «La perspectiva de la empresa ampliada acerca de la administración de la cadena de suministro representa la extensión lógica del concepto de logística». De este modo, se vislumbra un flujo de bienes, un flujo financiero, un flujo de información desde los proveedores del proveedor (materiales, servicios), a través de las empresas intermedias, hasta los clientes del cliente, considerando como un sistema total de empresas interrelacionadas, con la finalidad de lograr mejores niveles de eficiencia y efectividad.



Infografía 11. Modelo de gestión de cadena de suministro  
Fuente: Mentzer (2001), citado por Ballou (2004, p.6) y Lietke (2005, p. 11).

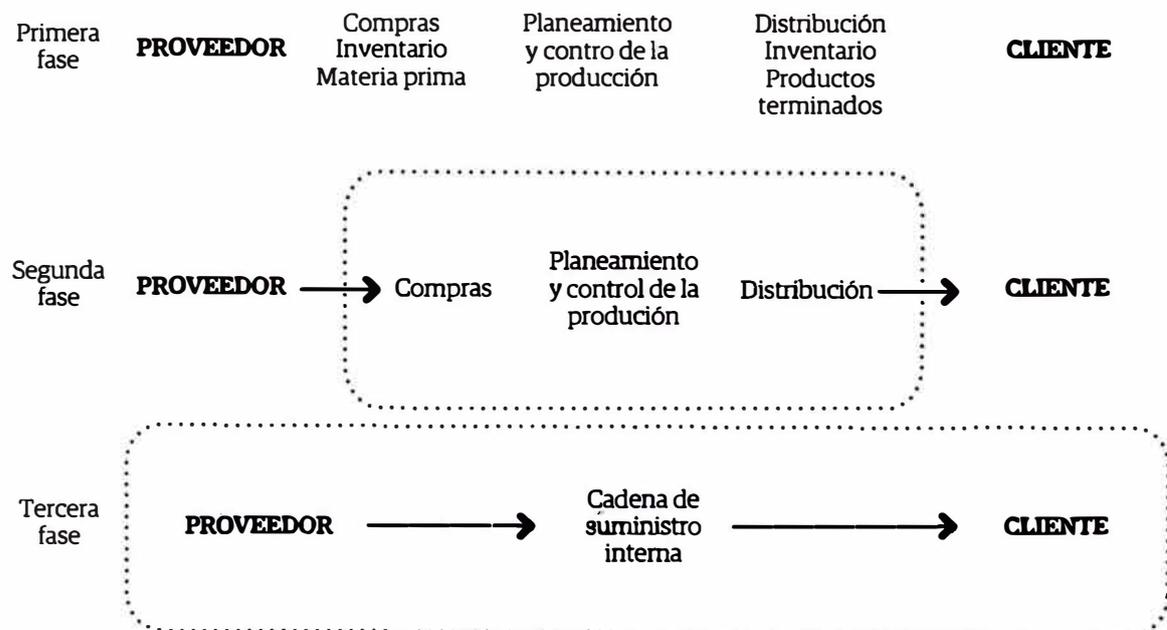
Por otro lado, Coyle et al. añade

El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto.

## 2.3 IMPLEMENTACIÓN DE UNA CADENA DE SUMINISTRO INTEGRADA

En primer lugar, se inicia el proceso con el diagnóstico, a partir de ella se ubicará la parte de la cadena de suministro que se cubre, cuál es el aporte y la contribución para la entrega del producto o servicio al consumidor final. Acerca del desarrollo de una cadena integrada, se toma la propuesta de Krajewski y Ritzman (2000, p. 462). Ver Infografía 12.

La implementación de la gestión de cadena de suministros en las pymes que fabrican productos se iniciará primero con la coordinación efectiva de sus áreas funcionales (fase 1) y bajo el concepto de logística integral pasará por la fase 2 para luego saltar a la fase de aplicación del modelo de gestión. Sin embargo, esta implementación dependerá del ciclo de vida del producto.



Infografía 12. Desarrollo de una cadena de suministro integrada.  
Fuente: Krajewski Y Ritzman (2000, p. 462)

## 2.4 PROCESOS Y GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTROS

La gestión de cadena de suministros involucra a todas las actividades desde las estratégicas, tácticas y operativas. En la infografía 13 se esquematiza la cadena de suministros de cartera de cuero, donde se muestra tres flujos: el flujo de materiales, el flujo financiero y el flujo de información. Sin embargo, si se incluye los procesos, tendríamos en referencia las actividades descritas en las infografías 14 y 15.



**Infografía 13. Cadena de suministro de cartera de cuero**  
 Fuente: Adaptado de Huamaní (2015)

Identificación de las necesidades del cliente	Generación de órdenes	Ingreso de órdenes	Compras de materiales y manejo de inventarios	Programación de la información (transform)	Fabricación
Identificar nuevas oportunidades de negocio Pronosticar Administrar órdenes de clientes Responder a requerimientos de clientes Base de datos de clientes Análisis de cuentas claves Análisis de la competencia	Análisis de pronósticos Negociación/determinación de precios Obtención de órdenes Soporte de ventas Verificación de créditos Gestión de agentes o distribuidores	Entrada de órdenes Despacho, seguimiento y reporte de órdenes Soluciones de problema Cambios a órdenes existentes	Pronósticos de requerimientos de materiales Análisis de abastecimiento Definir y satisfacer parámetros de calidad Coordinar especificaciones Entrega items críticos	MRP II Planeamiento de utilización de capacidad instalada Ejecución de la producción Cambios de emergencia Identificación de problemas	Ingreso de materiales para producción Liberación de órdenes de producción Inspección de productos Reportes de control Identificación de problemas

**Infografía 14. Ciclo de cumplimiento de órdenes de pedido: cliente - fabricante**  
 Fuente: Adaptado de Flores (2001)

Gestión de los inventarios PT	Empaque, almacenamiento y despacho	Ensamble de productos	Facturación y cobranza	Soporte a cliente y garantía
PCP Picking list Packaging Planeamiento de reducción de inventarios	Manejo de kits Procesamiento de documentos Gestión de envíos y documentos Manejo de cargas y distribución Despacho Administración de productos terminados (APT)	Ensamble o integración Pruebas de calidad de productos para órdenes Feedback a desarrollo de productos Identificación de problemas	Facturación Cuentas por cobrar Consolidación Cobranza	Gestión de garantías y devoluciones Servicios post venta Identificación de requerimientos de clientes

**Infografía 15. Ciclo de cumplimiento de órdenes de pedido distribuidor – consumidor final**  
 Fuente: Adaptado de Flores (2001)

## **2.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES**

La administración de los materiales va de la mano con los tipos de sistemas de producción.

### **2.5.1 PRODUCCIÓN EN MASA-MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA**

En la Tabla 4 se muestra que en la producción en masa hay muchos proveedores, y el ciclo de vida del producto es largo, mientras que en la manufactura integrada por computadora hay pocos proveedores, esto basado en relaciones a largo plazo con el proveedor o la adopción del sistema de producción justo a tiempo.

### **2.5.2 RELACIONES CON LOS PROVEEDORES – COMPRAS JUSTO A TIEMPO**

En la década de los setenta, Toyota aplicó el enfoque de fabricación justo a tiempo, uno de sus principios fue la eliminación de los desperdicios. Para Fujio Cho, citado por CHASE et al. (2000, p.323), desperdicio es: «todo lo que sobrepasa la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y trabajadores (tiempo de trabajo) que sean absolutamente esenciales para la producción». Asimismo, se fabrica para atender un pedido y no para almacenar.

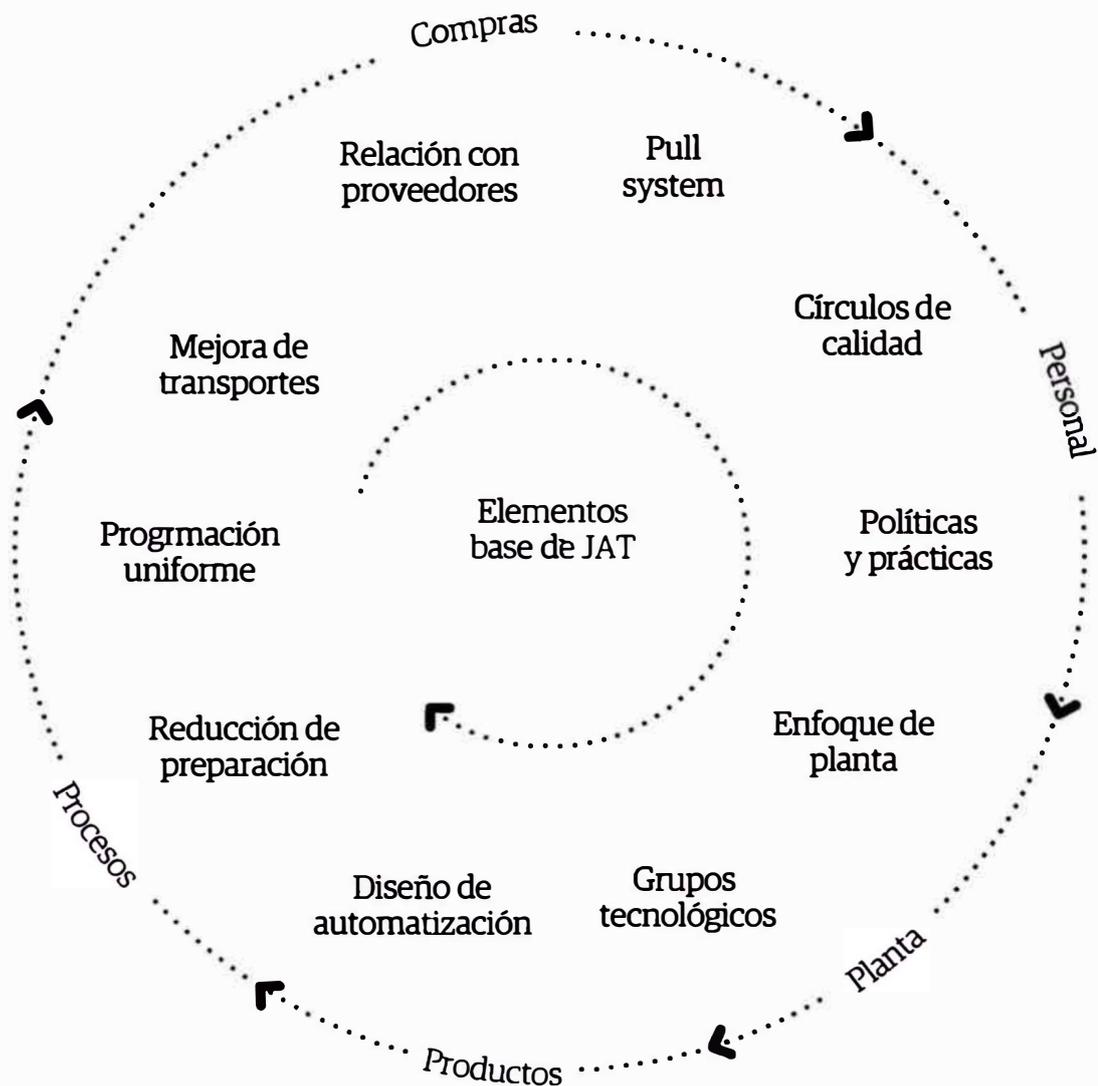
La estrategia de producción es pull system (sistemas de “halar”) cualquier producción está sujeta a la necesidad de demanda. Se promueve la programación uniforme, se propicia la reducción en la preparación y se organiza la maquinaria y la disposición de los materiales y personas en función de grupos tecnológicos.

En Infografía 16 se muestra los elementos de un sistema de producción justo a tiempo, en cuanto al manejo de materiales, se indica una óptima relación con los proveedores.

Tabla 4  
Producción en masa respecto a manufactura integrada por computadora

	<b>Producción en masa</b>	<b>Manufactura integrada por computadora (CIM)</b>
<b>Producto</b>	Ciclo de vida largo Estandarización Demanda estable	Ciclo de vida corto Personalización Demanda variable
<b>Estrategia</b>	Liderazgo Economía de escala Efecto experiencia	Diferenciación Economía de variedad Flexibilidad
<b>Producción</b>	Grandes lotes Elevadas existencias Instalaciones de gran capacidad Muchos proveedores por producto Eficiente	Pequeños lotes Existencias mínimas Instalaciones de pequeña capacidad Pocos proveedores por producto Eficaz
<b>Organización</b>	Burocrática Tramo de control amplio Estructuras piramidales Toma de decisiones centralizada Liderazgo controlador	Orgánica Tramo de control reducido Estructuras planas Toma de decisiones descentralizada Liderazgo motivador e integrador
<b>Trabajadores</b>	Alta especialización Poca formación Trabajo individual Habilidades manuales Ejecución de tareas Compensación individual	Baja especialización Elevada formación Trabajo en equipo Habilidades cognitivas Empowerment Compensación al equipo

Fuente: tomado de Fernández et al. (2003, p.188)



Infografía 16. Elementos de justo a tiempo  
Fuente: Chase et al. (2000, pp 324-327)

Entre los elementos del justo a tiempo, la relación de proveedores con productores debe ser a largo plazo. Este proveedor debe promover justo a tiempo hacia sus proveedores y las características de este deben tener presente lo siguiente:

- Largo plazo (Se necesita tiempo)
- Mutuo beneficio (Única manera de hacerla duradera)
- Menos proveedores (No se pueden mantener muchos)
- Mejores proveedores (Porque todo el proceso se basa en la calidad)
- Compromiso del proveedor de poner en marcha la fabricación JAT para reducir sus costos.

Un caso representativo de la implementación del justo a tiempo (JAT) es Xerox (Infografía 17).

EL MODELO XEROX (COMPRAS)				
En 1980 Xerox tenía 5,000 proveedores (puso en práctica el JAT)	En 1987 contaba con 260 proveedores	El 75% de los proveedores estaban certificados (No requerían de inspecciones de sus productos)	Reducción de costos embalajes y transportes	Proveían solo para la producción diaria

Infografía 17. Resultados de la implementación de justo a tiempo en Xerox  
Fuente: Hay (s.f.)

Según las buenas prácticas, señaladas por Chase y Aquilano (2000, p. 481), se prefiere al proveedor único, para ello se debe tener en cuenta cinco aspectos: cantidad de compras, voluntad del proveedor de trabajar conjuntamente, idoneidad técnica, localización geográfica y precio del producto. Añade:

#### *Respecto a la cantidad*

- Entregas frecuentes en lotes de pequeñas cantidades
- Tasa de producción fija.
- Entrega de cantidades variables de un descargo a otro, pero que sean fijas durante todo el término del contrato
- Estimular a los proveedores para que reduzcan los tamaños de lotes de producción
- Estimular a los proveedores para que empaquen en cantidades exactas

#### *Respecto al proveedor*

- Se requiere establecer relaciones de largo plazo.
- La única manera de hacerla duradera se basa en que ambos tienen mutuo beneficio.
- Se debe contar con pocos proveedores. No se puede mantener muchos, pues se invierte tiempo en evaluar o hacerles seguimiento.
- Mejores proveedores, porque todo el proceso se basa en la calidad.
- Compromiso del proveedor de poner en marcha la fabricación JAT para reducir sus costos.
- Por lo tanto, una óptima relación es tener pocos y cercanos proveedores, agrupar a proveedores que no estén cerca, repetir las operaciones con los mismos proveedores y activar el uso del análisis para hacer que los buenos proveedores se vuelvan y permanezcan competitivos en los precios.

### *Respecto al despacho*

- Programación de los fletes de entrada
- Obtener el control mediante el uso de despachos por contrato o pertenecientes a la compañía de almacenaje por contrato y de remolque para la consolidación/almacenaje de carga, cuando sea posible en lugar de utilizar transportadores comunes

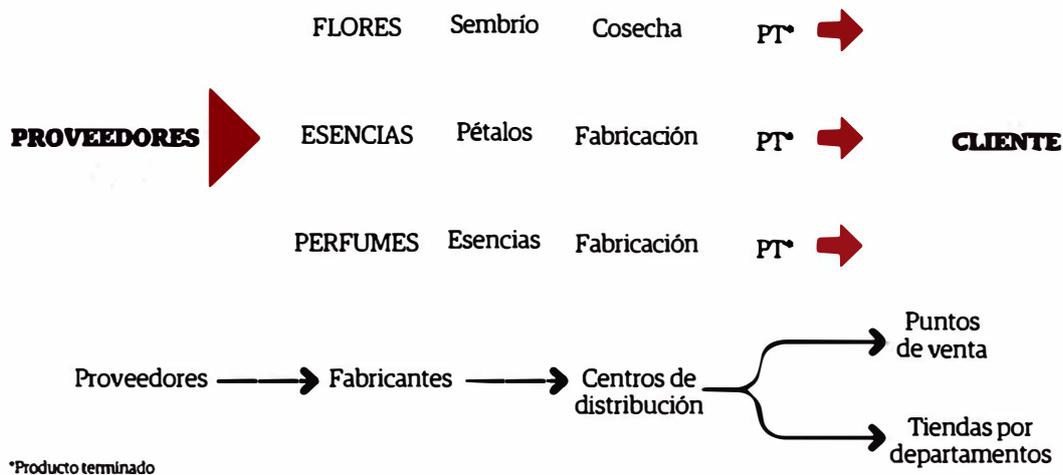
## **2.6 CADENA DE VALOR – CADENA DE SUMINISTRO**

Algunos autores utilizan el concepto de cadena de valor y cadena de suministro como sinónimos, entre ellos Coyle et al. (2012, p.17). Un ejemplo de este uso es la Cadena de suministros de flores, esencias y perfumes presentada en la Infografía 18.

Para la obtención de un perfume se muestra tres etapas:

- Una primera corresponde a la obtención de pétalos de flores que podrían obtenerse de un proveedor único o de un centro de acopio, el que determina el producto final es el cliente de las esencias; esta etapa comprende desde el sembrío hasta la cosecha y acondicionamiento para entregar pétalos, en la que se requieren recursos, factores de producción que corresponden a un análisis desde la perspectiva de la agroexportación.
- Una segunda etapa es la que corresponde a la elaboración de la esencia como producto terminado, insumo con factor diferenciador de las diversas gamas de perfumes.
- Una tercera etapa es la fabricación de perfume, el acondicionamiento para su salida al mercado de clientes, donde el envase es importante, el tamaño, la selección del centro de distribución autorizado, el punto de venta, donde el cliente tenga la satisfacción de elegir la fragancia que se adapte a su piel o simplemente a sus gustos estas etapas podrían ser integradas verticalmente hacia adelante o hacia atrás; así, se invierte en los terrenos de cultivo o se importa los pétalos y la fabricación de la esencia no es sino una sección de la obtención del perfume.

Sin duda, en cada etapa que se ha descrito, hay un valor añadido.



Infografía 18. Cadena de suministros de flores, esencias y perfumes.  
Elaboración propia

## Caso Las flores de mayo

La marca DIOR muestra los insumos necesarios para la obtención de sus productos, un dato importante sobre el sembrío de las flores de mayo. Para producir fragancias excepcionales, como la rosa de Mayo de la Maison Dior (2018) se requiere «una profusión de flores excepcionales para componer los perfumes Dior: hacen falta 300 000 flores para fabricar 1 kilo de absoluto de rosa».

Los países latinoamericanos no administran la cadena integrada, en su mayoría importan esencias para obtener algunos productos de cosméticos, como se afirma en Portafolio (2017):

Por ejemplo, Francia tiene una cadena de valor perfectamente armonizada, por lo que produce los envases, las materias primas, al igual que el producto final. Esto mismo sucede con México y Estados Unidos. Entonces sus productos siguen siendo muy competitivos frente a la fabricación nacional, que además tiene que importar materias primas con un peso devaluado, aseveró Juan Castro, director ejecutivo de la Cámara de Cosméticos y Aseo.

De la cadena de valor planteada por Porter (1985) y Mentzer, citado por Ballou (2004), se deduce que la gestión de cadena de suministros se caracteriza por lo siguiente:

- Alineada con el cliente. El cliente es el “disparador del proceso”
- Colaborativa y sistémica. Integrada, cada actividad es asignada al componente más capaz para realizarla

- Ágil y escalable. Respuesta flexible y rápida a los cambios en la demanda
- Flujo rápido. El ciclo orden/despacho es rápido y “comprimido”, manejado por la demanda
- Digital. Comercio electrónico como facilitador y herramientas de TI como herramienta

El disparador del proceso es el cliente, la satisfacción de clientes es una prioridad competitiva, así como la calidad, la velocidad de respuesta, un precio adecuado. Las empresas cada vez con mayor responsabilidad en la conservación del medio ambiente, prestan un mejor servicio, con confiabilidad y flexibilidad en sus procesos. Así se sintetiza en el acrónimo CLIENTES presentado por Jungbluth (s.f.) e ilustrado en la Infografía 19.

V E L O **C** I D A D  
C A **L** I D A D  
P R E C **I** O  
F L **E** X I B I L I D A D  
C O **N** F I A B I L I D A D  
**T** R A N S P A R E N C I A  
M **E** D I O A M B I E N T E  
M E J O R **S** E R V I C I O

Infografía 19. Prioridades competitivas  
Fuente: Jungbluth (SF)

La gestión de la cadena de suministro se optimiza por el comercio electrónico, se intensifica el uso de internet para administrar al menos tres flujos: flujo de materiales, flujo de información y flujo financiero (Infografía 20). Por un lado, se disminuye el tiempo de demora del ciclo de órdenes de compra, producción y envíos.

En el último lustro, con la aparición del internet de las cosas y del big data, se trata de concebir otro modelo de producción, además de los existentes. De esta manera se da origen a la industria 4.0



Infografía 20. Cadena de valor y cadena de suministros en e-commerce.  
Fuente: Flores (2001)

## 2.7 PROCESOS AUTOMATIZADOS Y GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS

Desde la década de los sesenta del siglo pasado, con la evolución de la computadora, se han automatizado los procesos. De este modo, se automatiza el requerimiento de planeación de materiales (mrp, sigla en inglés de material requeriment planning) propuesto por Orlicky (1960). Luego se propone la automatización de producción además del inventario, lo que da lugar al MRP (sigla en inglés, de manufacturing resource planning) el requerimiento de materiales.

En la década de los ochenta, IBM propuso el BPC's (Business process by computer), gestiona los inventarios, producción, marketing y finanzas, y más conocido como MRP II, (manufacturing resources planning II), planeación de recursos de manufactura, esto sucede en Estados Unidos de América y en la década de los noventa Alemania populariza el ERP, cuya sigla en inglés corresponde a enterprise resource planning.

Por otro lado, la manufactura asistida por computadora (CIM, sigla en inglés de Computer aided manufacturing) automatiza el proceso productivo, desde el diseño asistido por computadora (CAD), ingeniería asistida por computadora (CAE) y manufactura asistida por computadora (CAM), también se implementa los sistemas de producción flexibles, de vehículos autoguiados para el flujo de materiales y de robots que reemplazan a los seres humanos en tareas sofisticadas y peligrosas.

## **2.8 CASOS DE GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTROS**

### **2.8.1 CASO VESTIDOS**

TOPITOP y caso Zara. La primera es una empresa peruana que se ha internacionalizado pese a que tiene una vida de poco más de 30 años; y adoptó progresivamente la estrategia de integración vertical hacia atrás (Infografía 21). Hoy en día deben adoptar estrategias de comercio electrónico, así, Aquilino Flores, representante de TOPITOP, informó a DÍA 1, citado por Salas (2018), que para setiembre abrirán su primera tienda virtual y precisó:

A su vez, TOPITOP también trabaja para convertirse en una empresa de omnicanalidad de prendas de moda y semimoda (prendas básicas con un componente de diseño), además agregan, un mercado mucho más competitivo, en el que el precio y la conveniencia imperan en el que marcas como Zara y H&M influyen en las decisiones de compra.

### **2.8.2 CASO DE LA PAPA**

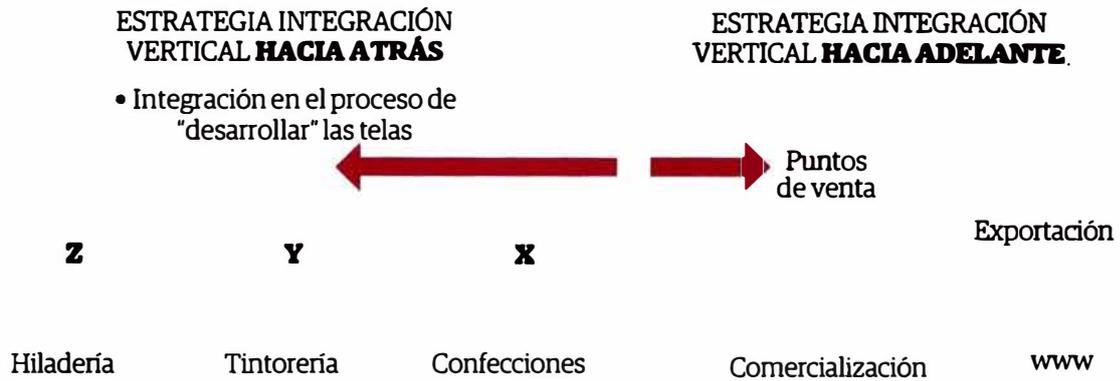
Los productores de papa han adoptado tecnologías que les permiten incrementar la productividad, sin embargo, en algunas ocasiones se genera sobreproducción y esta se deriva en la baja de precios. Entre las causas se tiene que no existen sistemas de información vigorosos, geolocalizados y monitorizados para informar en cada momento sobre la situación de la demanda; para responder a la necesidad de los clientes y proveedores.

No obstante, modelar la cadena productiva mediante la asociatividad y generación de valor añadido, es una necesidad. En la Infografía 22 se muestra la relación que existiría entre el productor – acopiador y distribuidor de un proyecto de producción de almidones a partir de la papa.

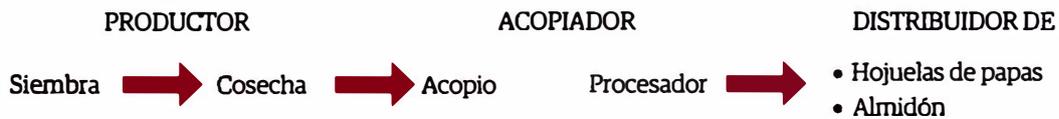
## **2.9 GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO - PRODUCCIÓN LIMPIA**

Simbiosis industrial, economía circular, producción limpia son términos que se utilizan cada vez con mayor frecuencia. En el Perú están trabajando conjuntamente dos ministerios sobre sostenibilidad a largo plazo (se trata de aplicar dicha conceptualización en la Infografía 23) y, por otro lado, hay países que impulsan el uso de energías renovables y los precios de su implementación están a la baja.

### CASO TOPITOP



Infografía 21. Estrategia de integración vertical de Topitop  
Fuente: Elaboración propia con base en Topitop, 2018



Infografía 22. Productor acopiador – distribuidor de hojuelas de papa  
Fuente: Huamani y Vásquez (2008)

### SOSTENIBILIDAD A LARGO PLAZO

Economía circular                      Simbiosis industrial

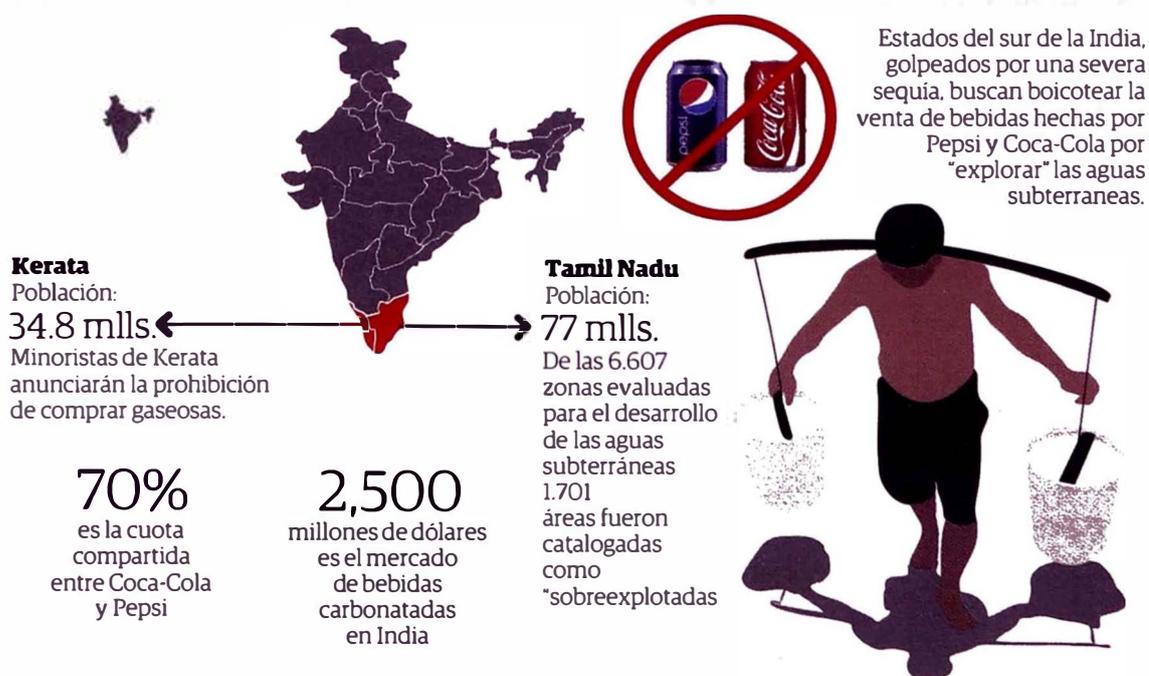
Ministerio de la Producción y Ministerio del Ambiente

- Contaminar menos
- Reutilizar más
- Reciclar plásticos y desperdicios

Infografía 23. Desarrollo sostenible en Colca  
Fuente: Huamani (2018)

Asimismo, la tendencia es la alimentación saludable, por lo que existen políticas de estado para proteger la salud de sus habitantes, un claro ejemplo es la estrategia que adoptó Kerata, un estado de la República de la India, luego del diagnóstico acerca de la sobreexplotación de las aguas subterráneas por parte de Pepsi Cola y Coca Cola según Gestión (2016), ¿cuál fue el impacto desde el enfoque de una cadena de suministros?

Setecientos mil minoristas anunciaron la prohibición de comprar gaseosas. De esta manera, se visualiza que la respuesta de los consumidores finales ha sido intermediada frente a la escasez de agua en el sur de la India, por lo que las empresas deben avizorar el futuro y adoptar estrategias para responder con rapidez a las necesidades de sus pobladores y de su entorno. (Ver Infografía 24).



Infografía 24. Kerata dejó de vender Pepsi y Coca Cola.  
Fuente: Diario gestión (15.03.16)

## **CONCLUSIONES**

La respuesta rápida al consumidor, la óptima relación entre cliente-proveedor se visualiza en la cadena de valor, en la cadena de suministro. Cuando se implementa el comercio electrónico, el flujo de información debe tener un soporte en el flujo de materiales, flujo de procesos y flujo financiero. Las estrategias que la empresa adopte para obtener mayor rentabilidad no deben interferir con el desarrollo de los pueblos, aunque es importante tener en cuenta al cliente interno, cliente externo y a los dueños.

## **CAPÍTULO III**

# **Tecnología de información y comunicaciones aplicada a la gestión de cadena de suministro**

## **INTRODUCCIÓN**

A la pregunta, ¿cuáles son las tecnologías que están cambiando la logística hoy?, un ejecutivo de DINET (2018) indica: impresión 3D, Big Data, Cloud computing, internet de las cosas (IoT), soluciones móviles, inteligencia artificial. Asimismo, aparece en la página web de SAP dichas tecnologías.

El objetivo de este documento es relacionar las tecnologías mencionadas con la cadena de suministro. Tomando en referencia a Rosnay, citado por Domínguez et al. (1995, p.4), un componente de la empresa en la economía de mercado es el mercado del saber y la innovación.

En este capítulo se va a tratar el tema de tecnología de información y comunicaciones que facilitan la gestión de cadena de suministros. Se presenta una breve historia y evolución de las tecnologías de información, tecnología de comunicación, de los sistemas de información, sistemas basados en computadora.

### **3.1 EVOLUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

En la cadena de suministro existen al menos tres flujos: el de materiales, el de información y el flujo financiero. En la Infografía 25 se muestra las etapas en la evolución de la cadena de suministro, la etapa estable, la disfunción múltiple, la empresa semifuncional, la empresa integrada y la empresa extendida, en las tres primeras etapas no se visualiza un flujo de información continuo, como sí

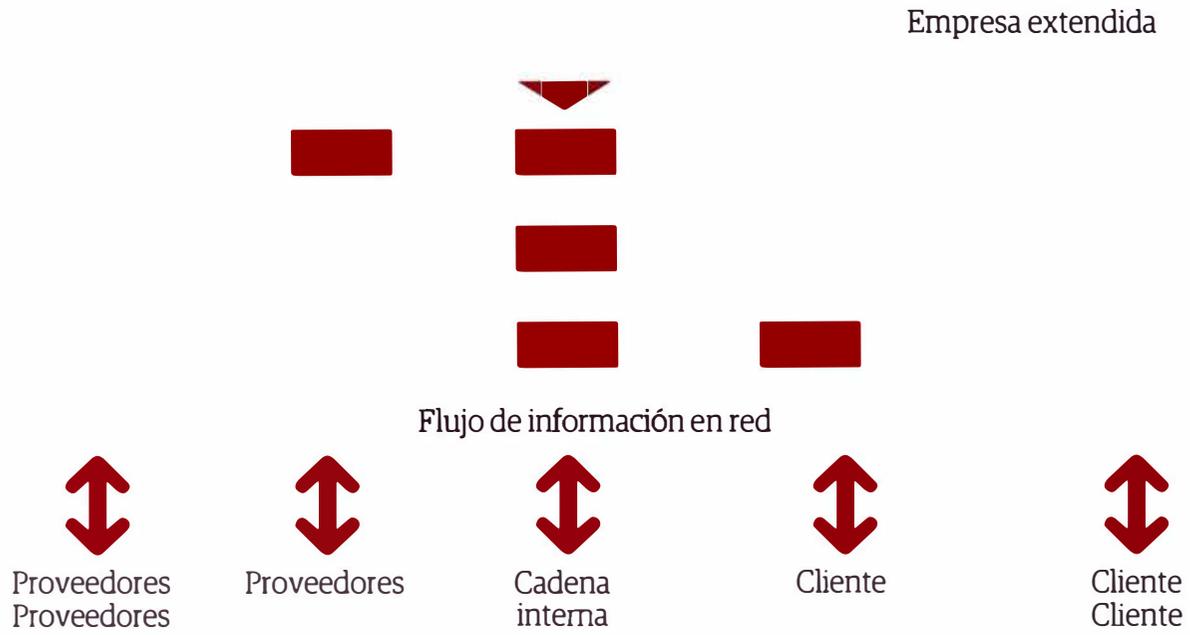
se espera que exista en una empresa integrada por un sistema de planeación de recursos empresariales (*Enterprise Resource Planning, ERP, ver Infografía 26*), cuando se coordina con más de dos empresas que a su vez tienen proveedores y clientes, se considera una gestión cadena de suministro extendida manejada por una red de información (Infografía 27).



Infografía 25. Etapas de la evolución de SCM  
Fuente: elaborado con base en AIMS-UK (s.f.)



Infografía 26. Empresa integrada mediante ERP  
Fuente: AIMS – UK (s.f.)



Infografía 27. Empresa extendida con gestión de flujo de información en red  
Fuente: AIMS – UK (s.f)

## 3.2 TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

La Tecnología de Información y Comunicación (TIC) se aborda desde los ámbitos de la tecnología, de la información y de la comunicación, cada uno de estos términos ha evolucionado en su definición. En ese contexto, se presenta algunas definiciones. La denominación de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTICS) se caracteriza por utilizar internet, computadora y el mensaje-información-comunicación. Por lo que tratar el tema requiere el concurso de profesionales de campos multidisciplinarios y transdisciplinarios. Sin embargo, hay una corriente de opinión que afirma que las TIC proviene del campo de la informática y telemática, entre ellos Belloch (s.f.), quien afirma:

(...)las TIC se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones. Las TIC son el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada en diferentes códigos (texto, imagen, sonido...). El elemento más representativo de las nuevas tecnologías es, sin duda, el ordenador y más específicamente, internet.

### 3.2.1 TECNOLOGÍA

La tecnología tiene varias definiciones, algunos lo relacionan con innovación, como es el caso de Escorsa y Valls (2001, p.20) para quienes «[...] la tecnología [es] entendida como “la aplicación industrial de los descubrimientos científicos” [...] [y] la innovación será “tecnológica” cuando tenga que ver con ciencia y tecnología [...]».

Según el *Diccionario de la Lengua Española* (DLE) la tecnología es el «conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico». Sin embargo, para Cupani (2018, p. 356) la tecnología:

(...) es una actividad dirigida a la producción de algo nuevo y no al descubrimiento de algo existente. El conocimiento tecnológico configura por eso un área sui generis, la (sic) de las “ciencias de lo artificial”, explorada por Herbert A. Simon lo artificial constituye un sistema adaptado al ambiente en función de determinado propósito humano, un objeto (artefacto) con propiedades deseadas, ideado y fabricado conforme un diseño o proyecto. [...] Además, al ser una actividad productiva, la tecnología enfrenta problemas que no afectan al científico básico, como los relativos a la factibilidad, la confiabilidad y la eficiencia de los inventos, a la relación costo-beneficio etc., para los que la ciencia no ofrece soluciones listas.

Cupani (2006, p.367) concluye: «En primer lugar, parece estar fuera de dudas de que la tecnología es un modo específico de conocimiento y, previamente, un modo específico de resolver determinados problemas de conocimiento [...]».

Por otro lado, según Stephen Kline, citado por Quallemborg (2012, pp. 237-238), el término tecnología se usa en tres categorías:

- 1) Tecnología como artefacto. Aquí se denota un conjunto de objetos materiales que no se encuentran en la naturaleza y que son manufacturados por seres humanos.
- 2) Tecnología como sistema de manufactura. Bajo esta acepción, la tecnología implica todos los procesos necesarios para fabricar un artefacto: la gente involucrada, los recursos materiales, las máquinas utilizadas y las políticas empleadas tanto para producir como para usar el artefacto.
- 3) Tecnología como saber. Aquí la palabra saber se refiere al conocimiento necesario para cumplir con tareas específicas tanto en la fabricación de artefactos como en alterar y controlar procesos naturales.

En este documento la tecnología se considera como un “saber hacer” que apoya la solución de problemas en un sistema productivo, que produce bienes por un lado y por otro servicios; por esa razón, la tecnología enfrenta problemas relativos a la factibilidad, la viabilidad, la confiabilidad, la eficiencia de los inventos, la eficacia de las patentes y efectividad luego de una evaluación costo-beneficio. Por ello, es necesario someterse a la innovación constante.

### **3.2.2 INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

Desde la corriente de la inteligencia artificial, se adoptó algunas perspectivas como teoría de la información, teoría de la comunicación, teoría del lenguaje, lógica booleana, máquinas cibernéticas, redes neuronales. Lilienfeld (1997, p.100) afirma que algunos investigadores «ven a la computadora como una extensión de la inteligencia humana que tiene la posibilidad de sobrepasar la inteligencia de sus creadores».

En vista de que la teoría de la información tiene algún alcance algo limitado, y está enfocado a los modelos de transmisión, sin considerar el significado de las señales transmitidas, la teoría de la comunicación es un intento por tratar con los contenidos semánticos de las señales transmitidas. [...] Lilienfeld (1997, p.101).

Weaver al igual que muchos expertos en comunicaciones, supone implícitamente que comunicación significa (o implica) orden (“command”). Por consiguiente, comunicación efectiva significa el grado en que el mensaje dado lleva a la conducta deseada por parte del receptor citado por Lilienfeld (1997, p.102).

### **3.2.3 INFORMACIÓN**

La información es tratada por muchos especialistas desde el ámbito de la informática, de la bibliotecología, entre otras disciplinas. Según Sierra (2007, p. 151) «la información se puede definir como el conjunto de datos o ideas que

caracterizan una situación o materia, no conocidos por un sujeto, transmitidos a él por algún medio, que aumentan su conocimiento de algo y pueden facilitar su acción>>. (Se trata de representar en Infografía 28).

La información viene a ser los datos con significado. En el proceso de toma de decisiones se requiere tener información actual, veraz y confiable. La información es obtenida a través de la educación, la observación y la experiencia. Esta información se puede convertir en conocimiento. En la Infografía 29 se observa la evolución de los datos hasta convertirse en conocimiento, así afirmó Medina citado por Huamaní (2006), se representa de ese modo porque dicha transformación se da de diferentes modos según el contexto. A su vez, se muestra el dinamismo de datos convertidos en información y estos en conocimiento.



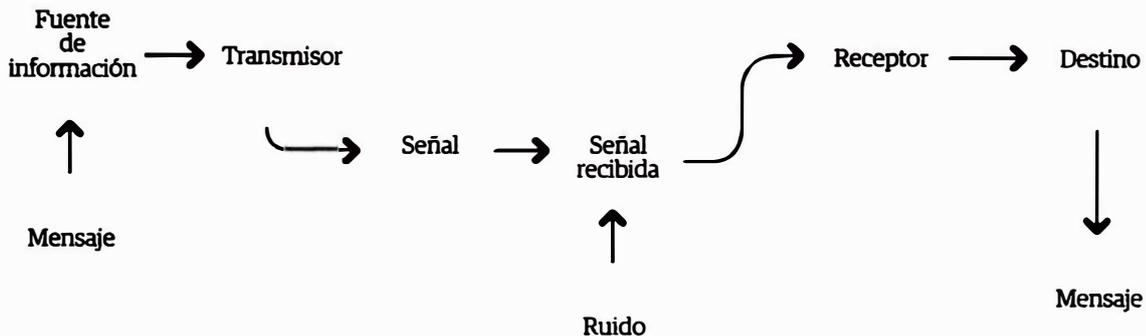
Infografía 28. Aprendizaje e información  
Fuente: Huamaní (2002)



Infografía 29. Relación de datos, información y conocimiento  
Fuente: Medina (2003), citado por Huamaní (2006, p. 116)

### 3.2.4 COMUNICACIÓN

La comunicación, según el DLE significa «Acción y efecto de comunicar o comunicarse./Transmisión de señales mediante un código común al emisor y al receptor». También define a un medio de comunicación como «Instrumento de transmisión pública de información, como emisoras de radio o televisión, periódicos, internet, etc.». En la Infografía 30 se presenta un diagrama básico de la transmisión de un mensaje según Shannon citado por Lilienfeld.



Infografía 30. Diagrama básico de Shannon  
Fuente: Lilienfeld (1997, p. 103)

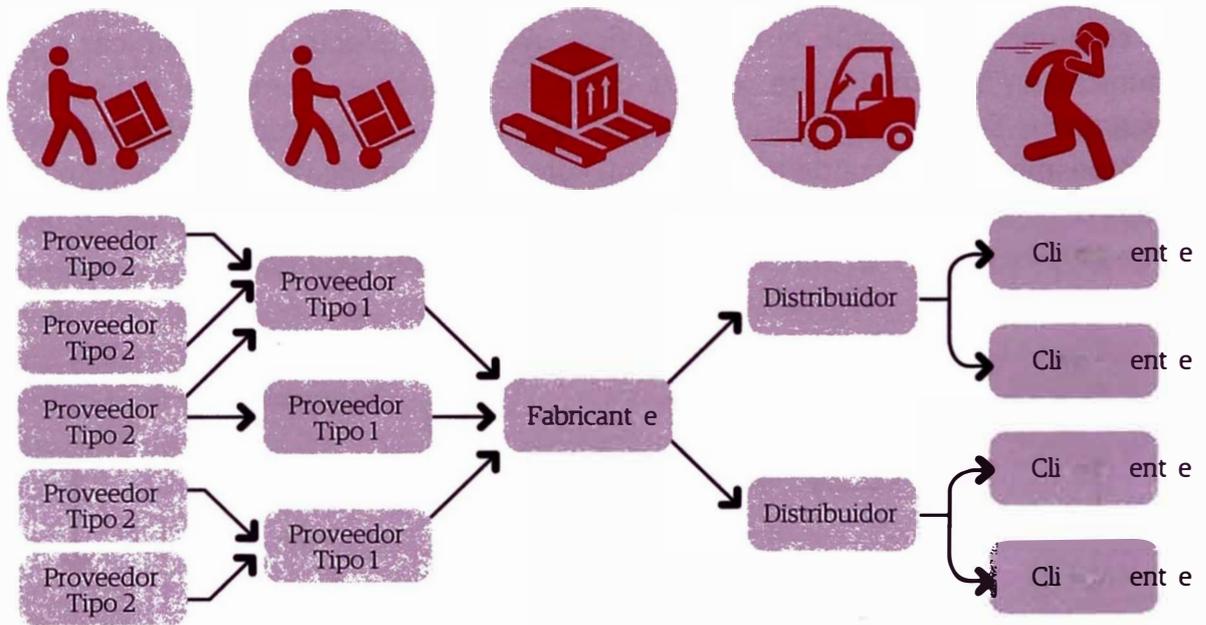
### 3.3 FLUJO DE LA INFORMACIÓN Y LA CADENA DE SUMINISTRO

Si se toma en cuenta la cadena de suministro en manufactura, se observa un flujo de información desde los proveedores, distribuidores y clientes (Infografía 31) y la relación con ellos es compleja.

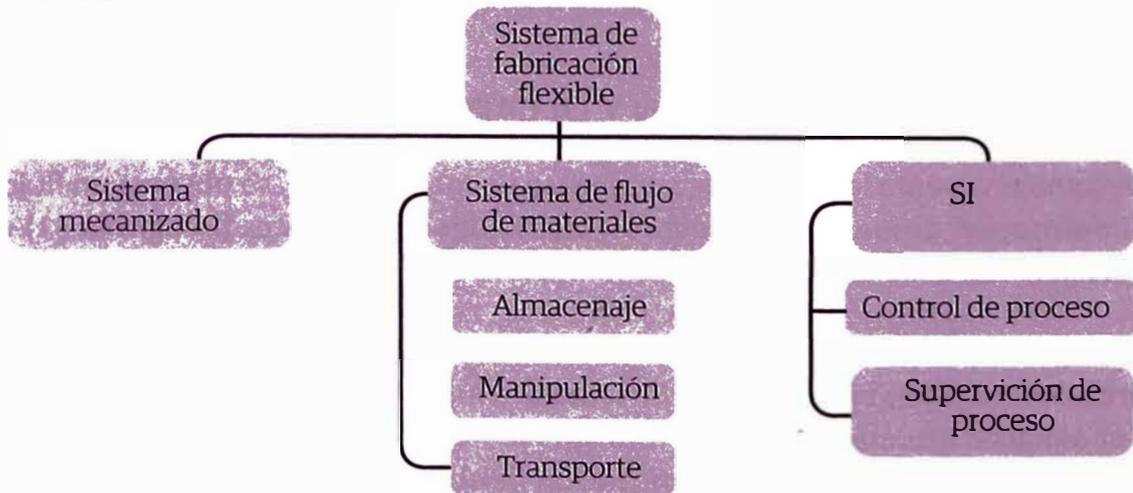
Por otra parte, en Infografía 32 se muestra los tres componentes del sistema de fabricación flexible, entre ellos, el sistema de flujo de materiales que comprende el almacenaje, manipulación y transporte. Otro componente es el sistema mecanizado que da soporte a la fabricación flexible y un sistema de información para el control de proceso y supervisión de la misma, como tal está implícito el requerimiento de tecnología de información y comunicaciones.

#### 3.3.1 PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Desde la aparición de las computadoras se cuenta con técnicas, herramientas que han evolucionado para administrar el flujo de materiales. A medida, que se adoptaron estrategias para permanecer en el mercado o destacar entre los competidores también se han incrementado las necesidades de información y, por ende, las tecnologías.



**Infografía 31. Flujo de información en una cadena de suministro en manufactura**  
Fuente: Extraído en AIMS



**Infografía 32. Sistema de flujo de materiales - componente de un sistema de fabricación flexible**  
Fuente: Elaboración basada en Fernández et al. (2003, p.179)

La planeación de requerimiento de materiales o *material requirement planning* (mrp) es una propuesta de Orlicky. Según Schroeder et al. (2011, pp. 390) «los sistemas de planeación de requerimiento de materiales han evolucionado en la práctica por la oferta de IBM».

A continuación, se describen los tres sistemas señalados por Schroeder et al. (2011, pp. 390-391):

**Sistema de Control de Inventarios (mrp).** Sistema de Control de Inventarios que genera órdenes de manufactura y de compra en el momento oportuno, con el fin de dar apoyo al Programa Maestro (Infografía 33).

**Sistema de Control de la Producción y del Inventario (MRP).** Es un sistema de información que se usa para planear y controlar los inventarios y las capacidades (producción) en las compañías manufactureras. En los años setenta se hace notoria su aplicación.

**Planeación de recursos de manufactura (MRP II).** Es un sistema que involucra el trabajo sincronizado de todas las áreas funcionales de la empresa, tales como el área de ventas, marketing, fabricación, contabilidad, compras, almacenes (ver Infografía 34).



Infografía 33. Entradas al sistema de planeación de requerimiento de materiales  
Fuente: Elaboración basada en Orlicky (s.f)

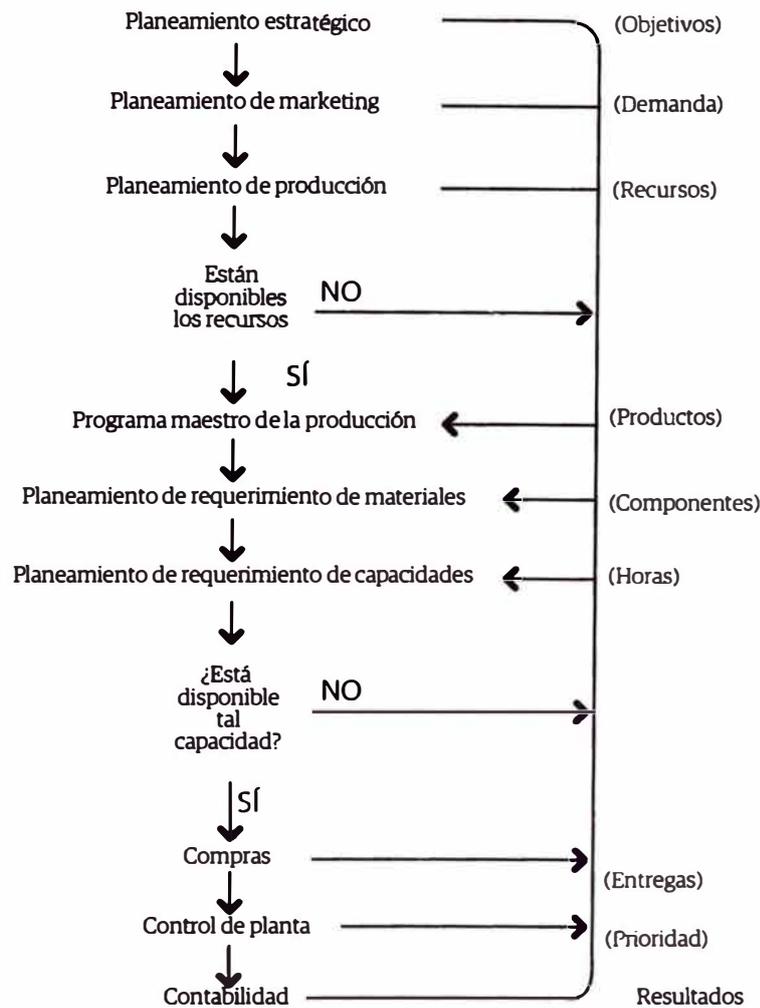
### 3.3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Los componentes del sistema de planeación de requerimiento de materiales son el programa maestro de producción, el registro de nivel de inventario, el registro de estructura de productos y la lista de materiales como entrada (inputs) (ver Infografía 33). En tanto, la salida corresponde a las órdenes de trabajo, de reprogramación y órdenes de compra.

- Programa Maestro de Producción/*Master Production Schedule* (MPS). La programación maestra es una entrada básica y dirige desde atrás el sistema MRP. El Programa Maestro de Producción esboza el plan de producción para todos los productos terminados, en buena cuenta expresa cuánto se necesita de cada producto y cuando se necesita. El MPS está desarrollado con base en los pronósticos de ventas y los pedidos de los clientes. Esta debe proyectar un plan real de producción que está nivelado para acondicionarlo a la capacidad disponible.
- Registro de nivel de inventario. La información corresponde a cuál es la disponibilidad de material, cuánto se tiene almacén y cuándo llegará el próximo pedido.
- Registro de estructura de productos. Contiene listas de materiales, estructura o diagrama del producto fabricado.
- La lista de Materiales/*Bill Of Materials* (BOM) es una descripción estructurada de todos los materiales o partes que se necesitan para producir un artículo terminado específico, un ensamble, un subensamble, una parte manufacturada o una parte comprada. En algunas empresas esta lista de materiales puede variar para un mismo producto, ello está en función de las áreas funcionales. El área de Ingeniería tiene una lista de materiales, el área de Manufactura tiene otra versión, el área de Contabilidad tiene otra.

El BOM tendrá información de cada entrada del producto, tales como número de partes, descripciones, cantidades requeridas para cada número de parte y la unidad de medida. Todos los artículos en el BOM deben tener una numeración e identificación única.

Cuando un producto es diseñado, se prepara el plano de diseño y automáticamente se crea la lista de materiales. Para representarla se utiliza el concepto de los grafos o más comúnmente llamada Diagrama de Gozinto (proviene de Gozinto) o estructura de producto.



Infografía 34. Planeación de recursos de manufactura (MRP II)  
Fuente: Orlycky (s.f)

### 3.4 LOS SISTEMAS BASADOS EN COMPUTADORA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN

Las organizaciones están compuestas por diversos subsistemas, así tenemos diversos recursos como el que se muestra en la Infografía 35. El subsistema de información comprende dos subsistemas: uno que corresponde a los sistemas de información basados en computadora con información automatizada y otro que no está automatizada.

Los sistemas basados en computadora están constituidos por personas, actividades, hardware, software, bases de datos, a diferencia del enfoque de Whitten, Bentley y Barlow (1998, p.39), quienes presentan una definición de sistema de información:

Un sistema de información es una disposición de personas, actividades, datos, redes y tecnología integrados entre sí con el propósito de apoyar y mejorar las operaciones cotidianas de una empresa, así como satisfacer las necesidades de información para la resolución de problemas y la toma de decisiones por parte de los directivos de la empresa.



Infografía 35. Modelo conceptual de subsistemas organizacionales  
Fuente: Huamaní (2002)

Para Whitten, et al. (1997, p. 74) la tecnología de información (TI) incluye «los ordenadores, los periféricos, las redes, los fax, la telefonía, las impresoras y otros dispositivos tecnológicos que apoyan el proceso de informaciones y las comunicaciones de empresa. Cada uno de los dispositivos requiere sistemas operativos para su funcionamiento». Por lo que señalan que la base de la tecnología de información de los sistemas de información (SI) está comprendida por la tecnología de datos, la tecnología de procesos y la tecnología de comunicaciones. Definen cada una de ellas:

- La tecnología de datos, que incluye todo el hardware y software requerido para capturar, almacenar y gestionar recurso de datos (p. 74.)
- La tecnología de procesos incluye todo el hardware y software requerido para apoyar las actividades de los sistemas de empresas y de información (p.74).
- La tecnología de comunicaciones, también denominada tecnología de diseño de redes o de telecomunicaciones, incluye el hardware y software utilizado para interconectar la tecnología de datos y de procesos en diferentes lugares (p.75).
- En cuanto al bloque redes categorizan desde programa de redes (constructores del sistema), redes informáticas (diseñadores del sistema), redes de empresa (usuarios del sistema), distribución geográfica (propietarios del sistema). El diseño de redes pretende suministrar procesos cooperativos entre los sistemas, ordenadores y las personas (p. 66).

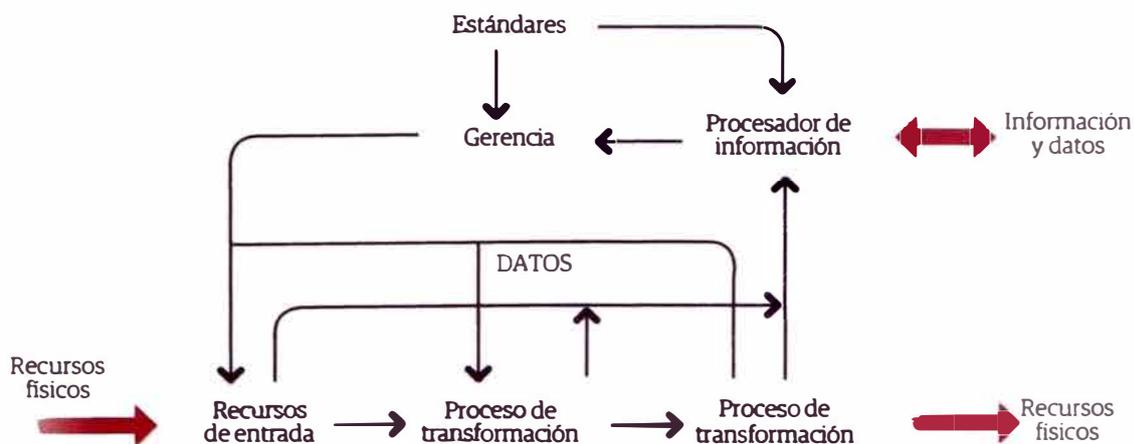
- Respecto al bloque de personas, Whitten, et al. (1998) describen a los propietarios del sistema normalmente pertenecen al cuerpo directivo de las empresas), tienden a pensar en términos generales; los usuarios del sistema, son los que utilizan los SI de forma regular: capturan, validan, introducen y almacenan datos e información), también están los diseñadores y constructores del sistema. Por cada usuario categorizan aplicaciones de sistemas de información.

McLeod (2000, p. 16) afirma que en sus inicios los sistemas se abocaron a procesamiento de los datos, el mismo que ha evolucionado con un enfoque sobre la información. En este contexto propone el modelo general de sistemas de la compañía (ver la Infografía 36).

Sobre los componentes de un sistema basado en computadora (Infografía 37) se presenta un modelo con enfoque sistémico, una actualización de dicho modelo acorde al avance de las TIC, se podría incluir la base de datos en cloud computing, una computadora conectada a una red de computadoras y estas con comunicación inalámbrica.

### 3.4.1 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

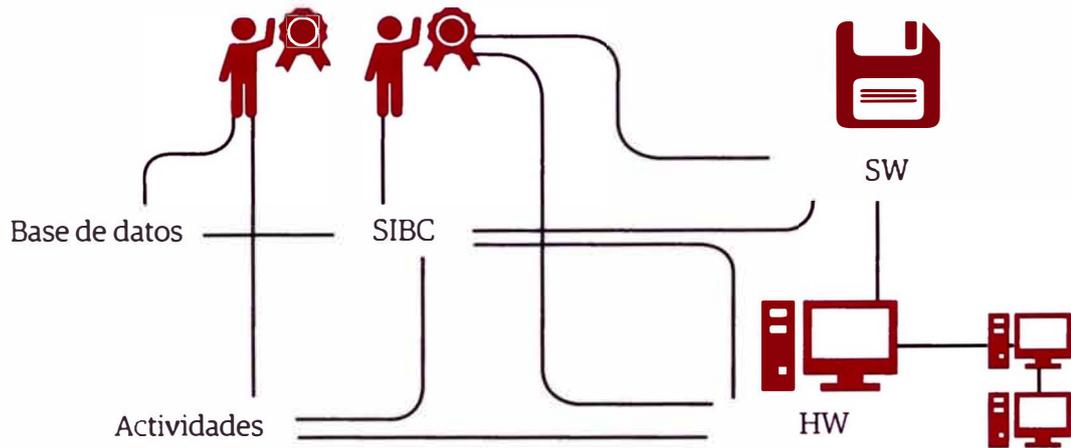
Los tipos o niveles de sistemas de información por lo general se clasifican en función de los usuarios, los de nivel básico abarcarían las transacciones diarias, operativas; luego los datos generados en este proceso requieren ser convertidos en información para tomar decisiones por ejecutivos de diferente rango y nivel.



Infografía 36. Modelo general de sistemas de la compañía

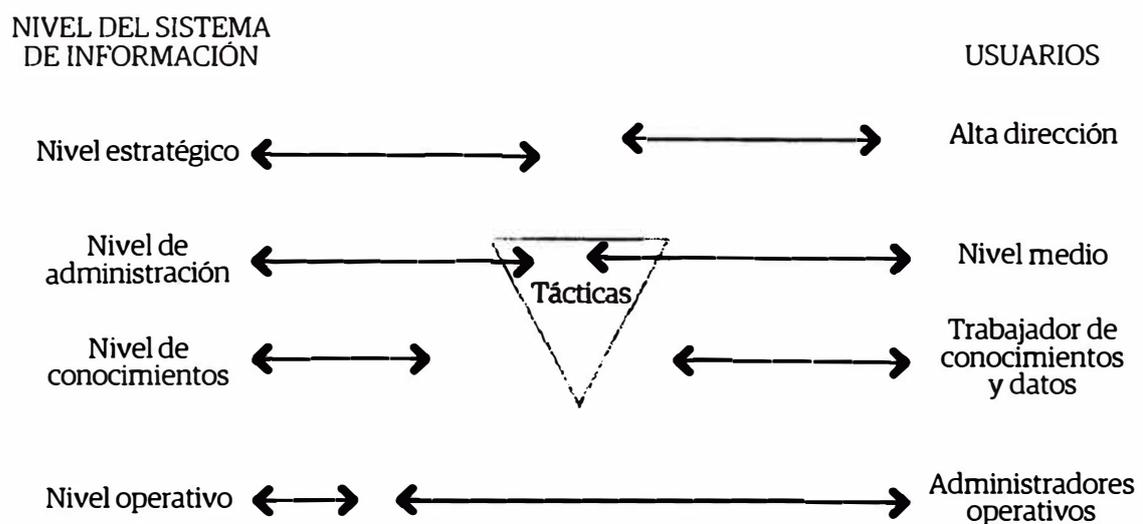
Fuente: Tomado de McLeod (2000)

¿Quién se encarga de la administración de los sistemas de información?



Infografía 37. Sistema de información basado en computadora  
Fuente: Huamaní, SÍCETIC UP 2003

La clasificación de los sistemas de información varía según la propuesta de cada autor, aquí se menciona a dos de ellos. Witten et al. (1997) clasificó los sistemas en: «La ofimática, sistemas expertos, sistemas de ayuda a las decisiones (SAD) Sistemas de información gerencial (SIG), sistemas de información para ejecutivos (SIE) los sistemas de proceso de transacciones (SPT), señala que algunos no lo consideran un SI. Existen tres tipos de procesos de transacciones: transacciones de salida, entrada y mantenimiento». Por su parte, Laudon & Laudon (2000) señalan que hay niveles, el de más bajo nivel es el operativo y el más alto es el que corresponde al nivel estratégico, como se puede observar en la Infografía 38.



Infografía 38. Clases de Sistemas de información  
Fuente: Laudon & Laudon (2000, p. 37)

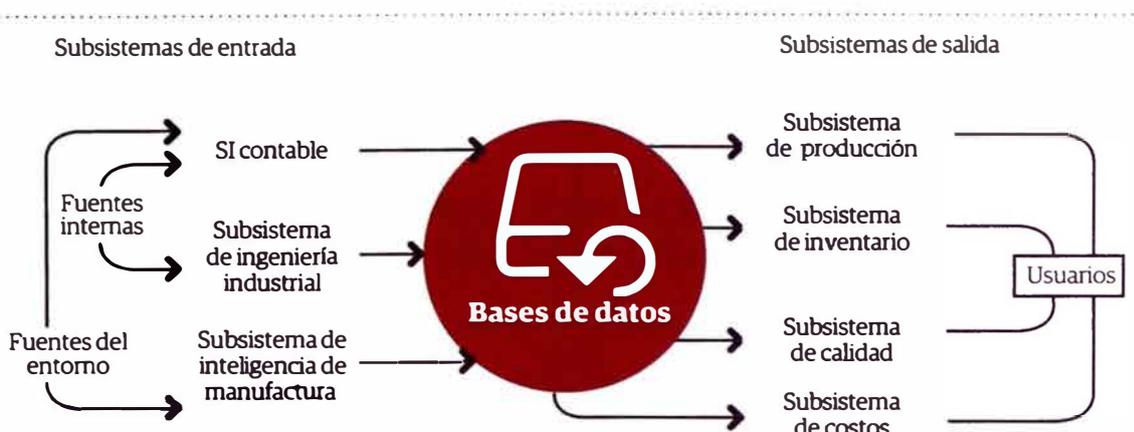
### 3.4.2 ARQUITECTURA EMPRESARIAL E INGENIERÍA DE INFORMACIÓN

En la década de los ochenta se dio a conocer las metodologías de desarrollo de software, como arquitectura empresarial e ingeniería de información. James Martin (IBM) propuso, entre 1981 y 1985, la metodología de Ingeniería de la Información (IEM), que parte del planeamiento estratégico de la información, análisis, diseño de los sistemas de información y ejecución; y genera la ingeniería de software asistida por computadora (CASE). Según Mateoovdo (2017), a finales de la década de los ochenta y principios de los noventa del siglo XX, Martin incorpora el desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) y la reingeniería de negocio (BPR) y poco después también entró en el campo orientado a objetos.

Sotelo (s.f.) afirma que John Zachman (IBM) propuso en 1984 un framework y escribió un artículo, para uso interno, sobre la arquitectura de sistemas de información y que en 1992 publicó, junto con Sowa, en *IBM System Journal*, una versión extendida del artículo original que contenía una nueva y definitiva versión del framework.

### 3.4.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANUFACTURA

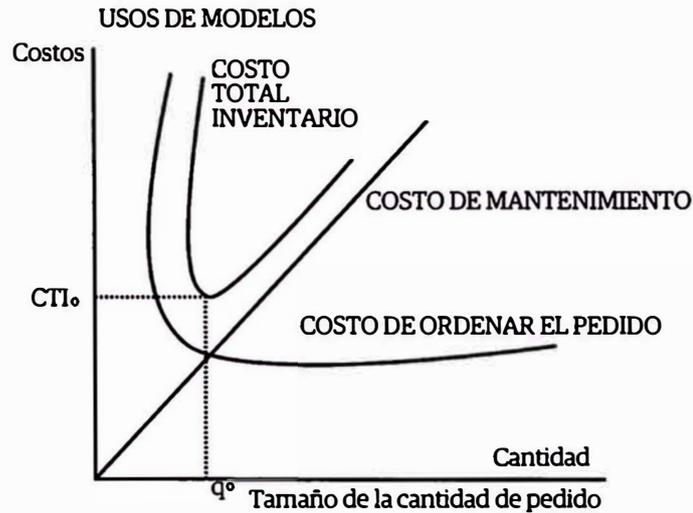
La manufactura, fabricación y operaciones se utilizan como sinónimos. Desde 1960, con el desarrollo de la computadora, la gestión de la información ha sido automatizada: las actividades y transacciones del inventario fueron las primeras en automatizarse. Para Mc Leod (2000) el inventario es un subsistema del sistema de información de manufactura (infografía 39), y esta comprende los modelos de inventario que corresponden a la cantidad económica de pedido (EOQ, siglas en inglés de *Economic Order Quantity*) y la cantidad económica de manufactura (EMQ, siglas de *Manufacturing Order Quantity*).



Infografía 39. Sistema de información de manufactura (SIM)

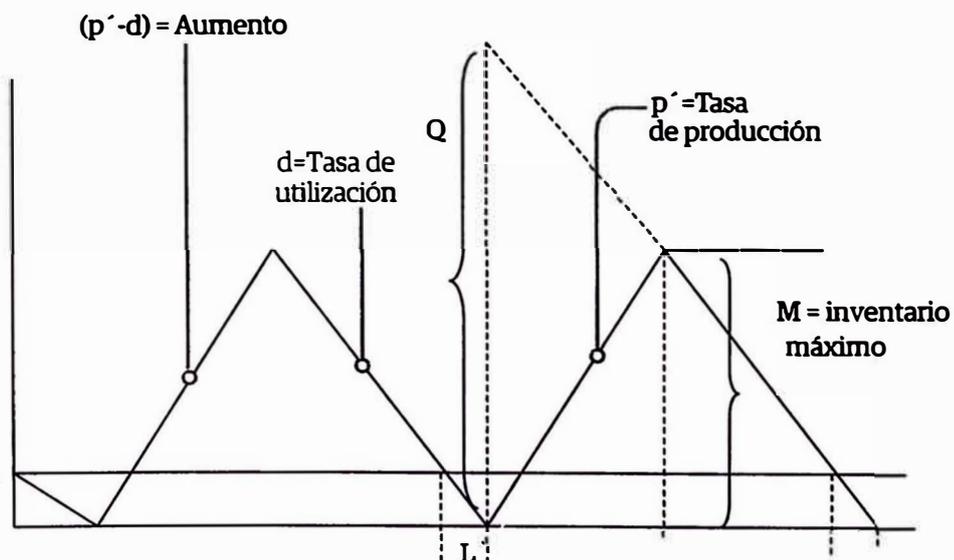
Fuente: Mc Leod (2000, p. 493)

El subsistema de inventario da lugar a la administración del inventario en función de la demanda ya sea dependiente o independiente. El de inventario con demanda independiente contiene al menos dos modelos: el modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP/EOQ) y el modelo de tamaño de corrida de producción (TCP/EMQ). Con base en estos modelos se puede desarrollar un sistema de ayuda a las decisiones (ver infografías 40 y 41).



Infografía 40. Modelo de inventario de cantidad económica de pedido  
Fuente: Schroeder (2011, p. 365)

### TAMAÑO DE CORRIDA DE PRODUCCIÓN/REABASTECIMIENTO ...



Infografía 41. Modelo de inventario de tamaño de corrida de producción  
Fuente: Heizer and Render (2009, p. 497)

### **3.5 PLANEACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES (ERP)**

El sistema de información que contempla la planeación de recursos empresariales ha sido desarrollado y comercializado por varias empresas entre ellas ORACLE, Peoplesoft, y JD Edwards, etcétera; sin embargo, ha perdurado en el tiempo el SAP R3, este sistema estuvo constituido por módulos que pueden utilizarse solos o combinados. Los módulos están integrados y utilizan una base de datos común.

#### **3.5.1 HISTORIA SAP R3**

Según la página web de SAP ([www.sap.com](http://www.sap.com)) se menciona:

En 1972, cinco empresarios en Alemania tuvieron una visión del potencial comercial de la tecnología...Ahora con 46 años y más de 404,000 clientes SAP siguen teniendo el espíritu de transformar continuamente la industria de la tecnología de información.

Según Chase, Aquilano & Jacobs R/3 ha sido desarrollada y presentada en diferentes versiones. El lanzamiento fue en 1992, en 1995 lanzaron la versión 3.0, en 1996 lanzaron la versión 3.1 la cual se conecta a internet mediante una interfaz. En 1997 la versión 4.0 permitió que los módulos de recursos humanos, de finanzas y de logística se pusieran en ejecución de manera independiente.

Continuando con la historia de SAP, quien se asoció en su momento con Microsoft y adquirió SYBASE en el año 2010 para brindar soluciones móviles; luego con Ariba en el año 2012 con el objetivo de ofrecer una solución integral para redes empresariales e interempresariales basada en la nube.

Cuando lanzaron SAP HANA (2011), en su página web señalaron que «la demanda de SAP HANA se puede comprar con el software SAP R/3». En el año 2016 se asoció con Apple para que los usuarios de iPhone y iPad puedan desarrollar aplicaciones en iOS.

Para setiembre de 2018, Hauradhun mostró la aplicación en Supply Chain, además en la página web SAP se promocionó los siguientes productos:

- SAP Leonardo
- SAP HANA Data Management
- SAP S/4 HANA cloud
- SAP C/4 HANA

### 3.5.2 MÓDULO INTEGRADO

De acuerdo con Chase et al. (2000, p. 673) SAP organiza los módulos R/3 de varias maneras: «En general existen cuatro elementos principales en la organización: contabilidad financiera, recursos humanos, manufactura y logística y ventas y distribución». (Ver la Tabla 5).

Tabla 5.  
Módulos de aplicación de SAP R/3

<b>Módulos de aplicación</b>	<b>Sigla</b>
Gerencia de materiales	MM
Ventas y distribución	SD
Planeación de la producción	PP
Gerencia de calidad	QM
Mantenimiento de planta	PM
Sistema de proyectos	PS
Soluciones industriales	IS
Flujo de trabajo	WF
Recursos humanos	HR
AM	Gerencia de activos fijos
Control	CO
Contabilidad financiera	FI

Elaborado con base en Chase et al. (2000, p 673)

### 3.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN LOGÍSTICO

Un sistema de información logístico tiene subsistemas, si consideramos un sistema integrado, estos componentes son: sistema de compras, sistema de almacenes, sistema de control de inventarios, sistema de transportes y sistema de servicios generales o economato.

Para Ballou (2004, pp.130-163) los sistemas de información se sintetizan en medir el impacto en el servicio al cliente, y considera muy importante el procesamiento de pedido. Este autor presenta un modelo al que denomina «La vista general del sistema logístico de información» (ver la Infografía 42), según este modelo el siste-

ma de información logístico (SIL) está compuesto de tres sistemas: el sistema de administración de pedidos (OMS), el sistema de administración de almacén (WMS) y el sistema de administración de transportes (TMS). Cada uno de estos sistemas tiene una funcionalidad y permite gestionar sus áreas de manera óptima.



Infografía 42. Vista general del sistema logístico de información.  
Fuente: Ballou (2004, p. 147)

- **Sistema de administración de pedidos (OMS).** Tiene que ver con la disponibilidad de existencias, la comprobación del crédito, la facturación, la asignación del producto para los clientes y el seguimiento del cumplimiento.
- **Sistema de administración de almacén (WMS).** Gestiona el manejo del nivel de existencias, la selección del pedido, la ruta del operador, las asignaciones para el operador y carga de trabajo, y la estimación de disponibilidad del producto.
- **Sistema de administración de transportes (TMS).** Facilita la consolidación del embarque, la ruta de los vehículos, la selección del modo de transporte, las quejas y reclamaciones, el rastreo, el pago de factura y auditoría de la factura del cliente (Ballou, 2004, p.147).

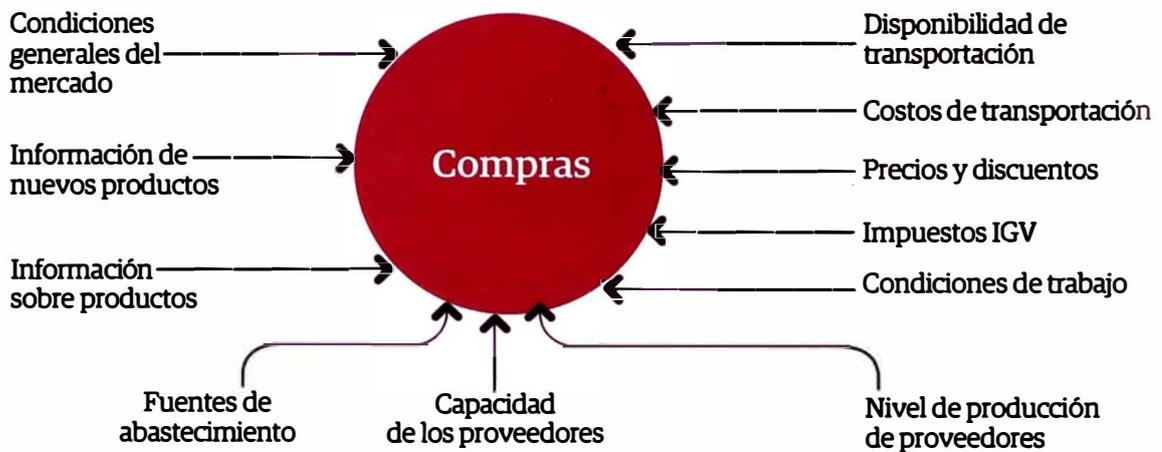
### 3.7 INFORMACIÓN, SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS EN COMPRAS

Las compras, las adquisiciones, son actividades importantes para el normal funcionamiento de una organización. Este conjunto de actividades inicia con el requerimiento de necesidades, donde aparecen las especificaciones técnicas cuya información proviene de un catálogo de materiales. Si la compra está en el plan de adquisiciones, fluye el pedido sin problema alguno. Sin embargo, se requiere determinar nuevas fuentes de abastecimiento para encontrar mayor calidad

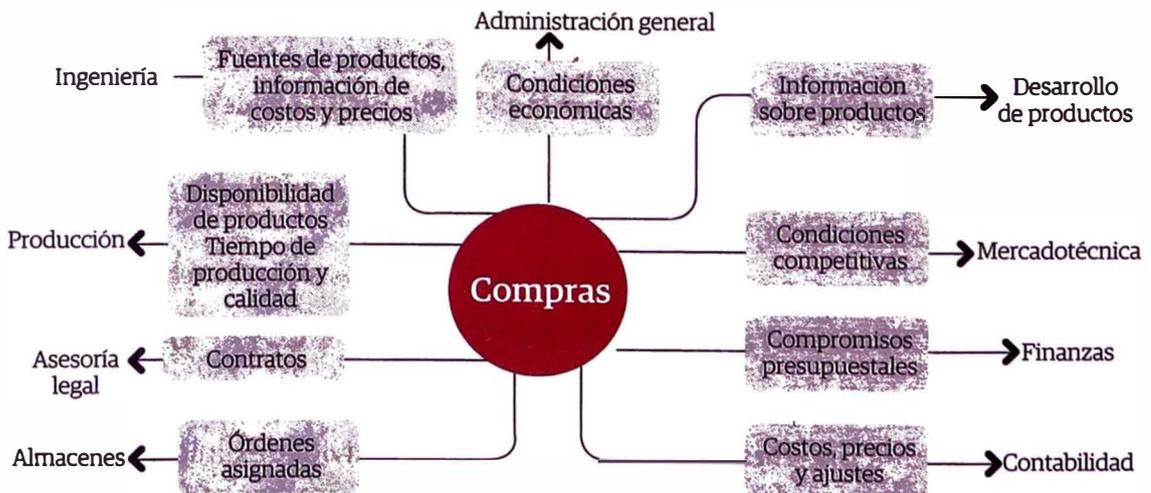
y mejores precios. Con el fin de decidir a quién comprar, cómo seleccionar al proveedor en la cantidad requerida al precio justo, en el momento oportuno se recurre a las tecnologías de información.

### 3.7.1 FLUJO DE INFORMACIÓN DE COMPRAS

Para Leenders et al. (2000, p.117), los procedimientos de compras se establecen, básicamente, para procesar la entrada de información del exterior de la función de compras y generar la salida de la información necesaria para otras funciones e instituciones fuera de la función de compras (infografías 43 y 44).



Infografía 43. Flujo de información externa a compras  
Fuente: Leenders et al (2000, p.120)



Infografía 44. Flujo de información interna de compras  
Fuente Leenders et al. (2000, p. 121)

### **3.7.2 INTERCAMBIO ELECTRÓNICO DE DATOS (IED)**

El intercambio electrónico de datos (IED) o más conocido por sus siglas en inglés EDI (electronic data interchange) comprende el intercambio de documentos estandarizados (estructurados) por medio de redes de telecomunicaciones entre aplicaciones informáticas de empresas relacionadas comercialmente. Implica la transmisión de mensajes ya convenidos.

Lardent (2001, p. 238-239), también señala lo siguiente:

EDI es un proyecto multiorganización (clientes–proveedores) y un proyecto multisectorial (supermercados + transporte); comercio exterior + despachante.

EDI no es una técnica informática, es una nueva forma de hacer negocios.

EDI necesita de las telecomunicaciones: líneas telefónicas, correo electrónico, red internet, etc.

EDI es un proyecto de organización y al mismo tiempo un proyecto de sistema de información.

EDI se basa en la estandarización de documentos (es requisito indispensable para que pueda aplicarse)

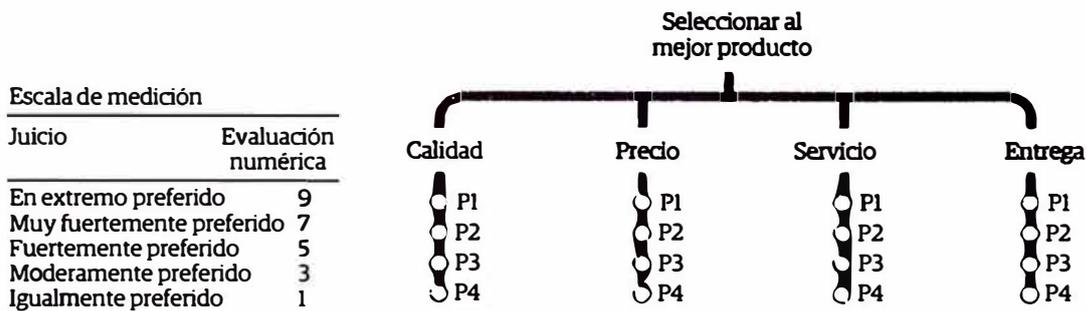
Los beneficios de IED/EDI, según Leenders et al (2000, p.116) son:

- Comunicaciones reforzadas con los proveedores
- Apoyo para la codificación de barra
- Impacto en los sistemas internos
- Aumento en la exactitud de los datos
- Fomento de una interrelación justo a tiempo
- Facilitación de la transferencia de fondos
- Reducción de papeles: compras sin papeleo
- Incremento de la productividad
- Reducción del tiempo de inventario

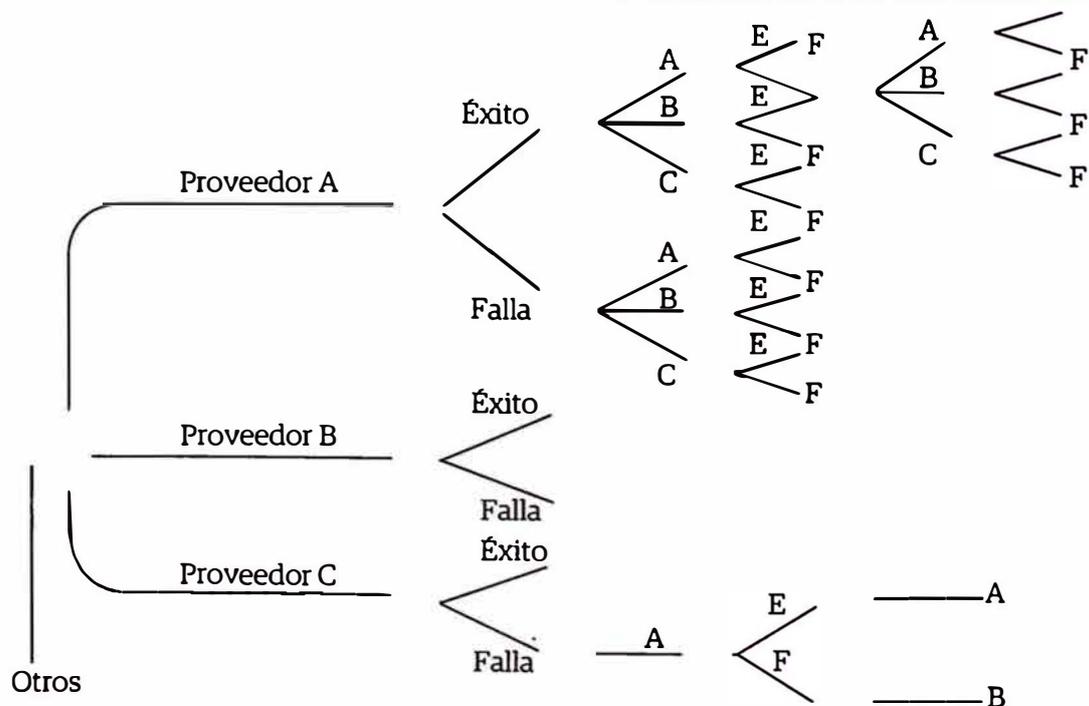
### **3.7.3 MODELOS Y HERRAMIENTAS APLICADOS AL PROCESO DE COMPRAS**

Para minimizar la subjetividad en la selección de proveedores, se recurre a la aplicación de modelos matemáticos o de métodos cuantitativos. Se puede aplicar el proceso de jerarquía analítica (PAJ), AHP (sigla en inglés) infografía 45 y el árbol de decisiones (infografía 46). El procedimiento en AHP/PAJ se resume del siguiente modo:

- Definir criterios de evaluación
- Comparaciones de parejas acertadas para definir la importancia de los criterios.
- El juicio se expresa con un valor (la escala de medición 1,2...9) SAATY
- Los datos se anotan en una matriz y se procede al cálculo ponderado de los criterios
- Comparaciones de las alternativas de proveedores



Infografía 45. Escala de medición según Saaty y estructura para seleccionar al mejor proveedor  
Fuente: Chase et al. (2000, p. 476)



Infografía 46. Árbol de decisión para seleccionar un proveedor  
Fuente: Leenders et al. (2000, p. 260)

### **3.7.4 FUENTE DE INFORMACIÓN DE LOS PROVEEDORES**

Es evidente que se requiere información y esta se puede conseguir a partir de:

- Catálogos
- Revistas de comercio
- Publicidad industrial
- Directorios comerciales
- Representación de ventas y conducta ética
- Archivo de vendedores
- Visitas a proveedores
- Páginas amarillas

### **3.7.5 COMPRA ELECTRÓNICA – E-PROCUREMENT**

Las compras electrónicas o e-procurement facilitan la interacción entre proveedores y compradores, las requisiciones, la cotización, las órdenes de compra y la transferencia de pago se realiza por una plataforma tecnológica. Durán (2008) señala:

Algunos de los beneficios observados de e-procurement incluyen una mayor colaboración entre compradores y proveedores, la reducción de necesidades de personal, una mejor coordinación, reducción de los costos de transacción, reducción de los ciclos de adquisición, reducción en los niveles de inventario, y una mayor transparencia.

Según Boer, Harink, & Heijboer, citados por Mahdillou & Akbary (2014, p.25), existen diversos e-procurement: «state that there are basically five main forms of e-procurement: • web-based ERP • e-sourcing • e-tendering • e-reverse auctioning • e-informing».

#### **3.7.5.1 Compras electrónicas estatales**

La República del Perú ha implementado el Sistema Electrónico de Adquisiciones y Contrataciones del Estado (SEACE), y se solicita por ley que la entidad coloque el plan de adquisiciones anual y que todos los proveedores que ofrecen productos y servicios al Estado se registren en el Registro Nacional de Proveedores (RNP). El sistema cuenta con un catálogo electrónico que facilita las compras y el aspecto financiero.

#### **3.7.5.2 Compras electrónicas - Caso S10**

En el año 2010 S10 ofrecía en su portal web un sistema de información de compras que comprendía lo siguiente:

- Gestionar compras de materiales
- Gestionar compras de activos
- Gestionar compras de repuestos
- Centros de compra que agrupan diferentes proyectos
- Permisos personalizados de solo lectura
- Compras directas a partir de un pedido
- Cotizaciones, registro, envío y recepción
- Cuadros comparativos de órdenes de compra
- Gestión de pedidos y aprobación de pedidos
- Kardex de los almacenes
- Proveedores por recurso.
- Listas de precios
- Cronogramas de entregas por rango
- Cronogramas de entregas detallado
- Comparativo de recursos presupuestados, pedidos y comprados
- Detallado de movimientos de pedidos, órdenes de compra y almacenes
- Organización: Roles por unidad operativa

Para 2018 ofrece un ERP, entre otros módulos:

- Integración con clientes y proveedores
- Añade otros elementos a la cadena de valor, que va desde clientes hasta proveedores (CRM inmobiliario, Portal Empleado, Portal Proveedor, etc.)
- Mejor control y trazabilidad
- Recoge todos los datos referentes a las actividades de la organización, lo cual permite controlar el tránsito del producto por todos los elementos de la cadena de valor.

### **3.8 INFORMACIÓN, SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS EN ALMACENAMIENTO**

La información que se genera en almacenes es a partir de sus actividades básicas como recepcionar, almacenar y despachar, y estas se caracterizan por ser transacciones operativas y diarias. Por otra parte, los sistemas que se refieren a las estrategias corresponden a los propietarios del sistema de información, quienes deben definir el tamaño o la ubicación. Para optimizar los procesos se puede aplicar modelos matemáticos, lo cual es una ayuda en la toma de decisiones.

Las operaciones en almacén, según Bowersox (2007, p.123), son: «Asignar y dar seguimiento a ubicaciones de almacenamiento, conteo del ciclo de inventario, programación de la mano de obra, selección de pedido, ubicación reabasto, recepción, medición del desempeño, entre otros». Algunas de estas actividades en algunas empresas han sido automatizadas parcial o totalmente.

Correa, Gómez y Cano (2010), de ICESI, proponen una gestión de almacenes automatizada, para ello presentan un modelo como el que se muestra en la Infografía 47, donde:

- LMS (*Labor Management System* – Sistema de manejo de personal)
- WMS (*Warehouse Management System* – Sistema de administración de almacenes)
- YMS (*Yard Management System* – Sistema de manejo de patios)



Infografía 47. Modelo de sistema de gestión de almacenes automatizada  
Fuente: Extraído de Correa et al. (2010)

En el modelo de Correa et al. un componente del sistema de gestión de almacenes es el *Warehouse Management System* (WMS, – o Sistema de Administración de Almacenes, en español), a diferencia del Sistema de Información Logístico (SIL) mostrado en Infografía 42, modelado por Ballou (2004, p.147). Este análisis comparativo corrobora que los modelos conceptuales son una abstracción de la realidad, y que aun cuando se realice una estandarización existen casos particulares y sistemas desarrollados a medida.

### 3.9 TECNOLOGÍAS EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTROS

#### 3.9.1 CÓDIGO DE BARRAS

El código de barra permite capturar, identificar artículos y servicios, cualquiera sea su origen o destino mediante un código (numérico y o alfabético), el cual se representa gráficamente mediante barras y espacios que permiten la lectura automática de la información mediante un escáner (ver ejemplos en la Infografía 48). Bowersox (2007, p.104) señala que:

los sistemas de autoidentificación (ID) como los códigos de barra y la lectura electrónica se desarrollaron para facilitar la recopilación y el intercambio de información logística [...] Otro elemento importante de la tecnología de auto ID es el proceso de lectura, un escáner recolecta de manera óptica los datos de un código de barras y los convierte en información utilizable.

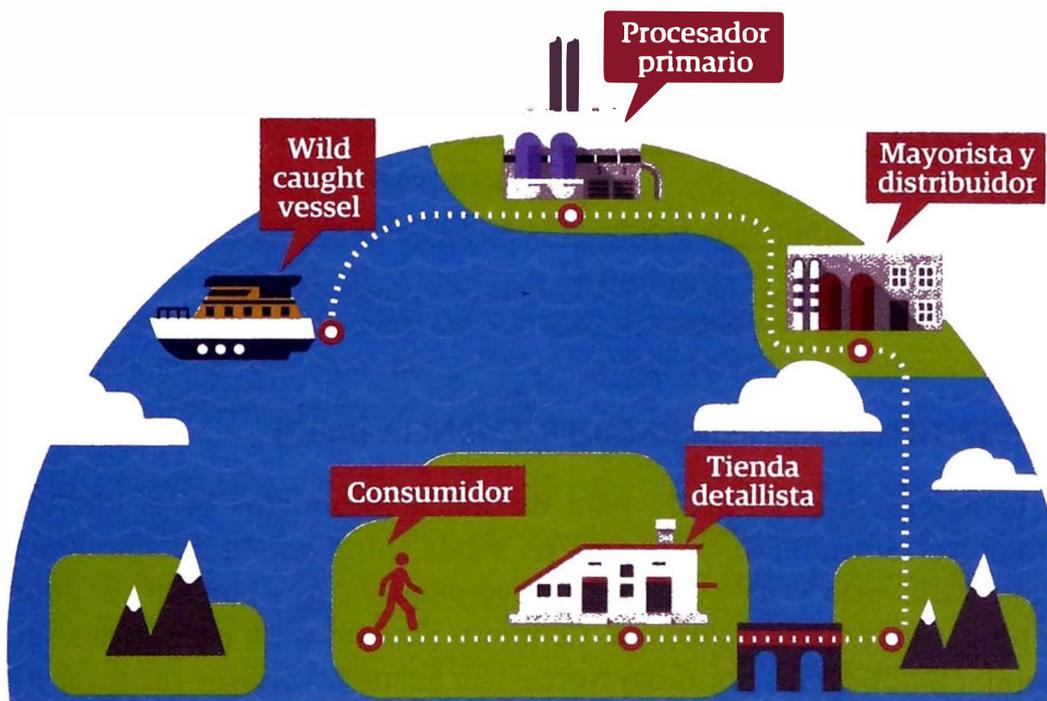


Infografía 48. Código de barra y sus variaciones según producto  
Fuente: Foto tomada por Huamaní (2018)

La tecnología del escáner tiene dos aplicaciones, la primera en los puntos de venta (point-of-sale, POS) en las tiendas minoristas. Las POS permiten un seguimiento preciso de cada unidad en existencias (Stock Keeping Unit, SKU) vendidas y pueden ser utilizados para facilitar el reabastecimiento del inventario. La segunda aplicación es para el manejo y el seguimiento de materiales: al utilizar pistolas con escáner, quienes manejan materiales pueden seguir el movimiento de productos, las ubicaciones de almacenamiento, los embarques y las recepciones.

### 3.9.1.1 Estándares GTIN

GTIN (sigla en inglés de Global Trade Item Number), es el código internacional que permite identificar de manera única los productos comerciales; su representación más común es el código de barras. Al ser un identificador de manera única permite brindar información específica y ser facturada en cualquier punto de la cadena de suministro (ver la Infografía 49).



Infografía 49. Trazabilidad de productos frescos y GTIN  
Fuente: <http://discover.gs1.org/freshfoods/?locale=es-PA--Panama-Spanish>

### 3.9.1.2 Código de barras - GS1

En el año 2005 el sistema de código de barras European Article Number (EAN) o IAN International Article Number (IAN) se fusionó con la Uniform Code Council (UCC) y formó una nueva y única organización mundial identificada como GS1, con sede en Bélgica. (véase <https://es.wikipedia.org/wiki/EAN>).

GS1 Perú afirma que desde hace más 25 años ofrece herramientas y ha desarrollado estándares para optimizar y hacer más eficiente la cadena de suministro. El código de barra GS1 «identifica de manera única y no ambigua, [...] potencia la calidad de la identificación estándar en unidades de consumo, agrupaciones y localizaciones para facilitar las operaciones entre productores, mayoristas, distribuidores, detallistas y consumidor final identificando». Los estándares GS1 permiten la visibilidad y trazabilidad. En la Infografía 50 se muestra sobre Código EAN/UCC-13.

Código EAN/ UCC – 13	Descripción
<p style="text-align: center;"><b>Código EAN / UCC – 13</b></p> 	<p><b>A:</b> Prefijo del país, asignado por EAN de cada país.</p> <p><b>B:</b> Código de la empresa creadora, asignado por EAN Internacional en cada país</p> <p><b>C:</b> Dígito de control (Algoritmo EAN permite verificar la lectura correcta del código)</p>
	<p><b>A:</b> Indicador de contenido</p> <p>Variable logística que indica la cantidad de unidades detallistas contenidas en la unidad de empaque. (1...9)</p> <p><b>B:</b> Código GTIN -13 de la unidad detallista</p> <p><b>C:</b> Dígito de control</p>

Infografía 50. Componentes del código de barra

Fuente: Extraído de Francisco (2014, p.29)

### 3.9.2 IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)

Otra tecnología que se utiliza para identificar productos es el identificador por radiofrecuencia RFID, cuya sigla en inglés corresponde a Radio Frequency Identification. «Un RFID<sup>4</sup> es un dispositivo pequeño que pueden ser adheridas a un producto, animal o persona. Contiene antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radio frecuencia desde un emisor-receptor RFID».

El RFID es una tecnología en la cadena de suministro, Coyle et al. (2012, p. 66) da un ejemplo «El fabricante de tortillas Mission Foods utiliza una combinación de elementos inalámbricos, desde computadoras portátiles hasta redes inalámbricas y RFID, para automatizar transacciones, rastrear activos, administrar la mano de obra y el inventario en su operación de distribución».

Afirma Coyle et al. (2012, p.195) que al igual que el código de barra, la identificación por radiofrecuencia es un método de identificación automática [...] agrega:

la tecnología RFID ha estado disponible por décadas y se usa mucho en identificación de naves, el cobro de peaje y el rastreo de libros en las bibliotecas. No obstante, sus aplicaciones en la cadena de suministro no recibieron tanta atención sino hasta que grandes organizaciones como Walmart se interesaron en ella. En 2005 la empresa ordenó a sus principales proveedores que etiquetaran determinadas tarimas y cajas.

<sup>4</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/RFID>

Acerca de la implementación en el comercio de Lima, uno de los operadores logísticos indicó que aún no se aplica RFID por ser costoso. Por el contrario, Wang y Li (2015), diseñadores de un sistema de control de bloqueo de destino de transporte integrado con tecnología RFID; GPS/GIS y GPRS, afirman que el sistema es rentable en tanto las tres partes del sistema no requieren una inversión considerable porque la etiqueta RFID es barata, el centro de control necesita un equipo para recibir y enviar información GPRS, y una llave inteligente que podría ser costosa pero su utilidad justificaría la inversión. El sistema es inteligente de modo que los conductores solo necesitan enviar y desbloquear.

### **3.10 NEGOCIOS ELECTRÓNICOS Y LOGÍSTICA OMNICANAL**

En los negocios electrónicos, Pal y Karakostas (s.f) afirman que, desde una perspectiva de relación comercial, se puede identificar tres tipos de relaciones: de empresa a empresa (B2B), de empresa a administración (B2A) y de administración a administración (A2A). Una perspectiva diferente del dominio del negocio del transporte es la cobertura geográfica. Algunas relaciones comerciales están limitadas geográficamente a una sola área.

El mercado B2B (Business-to-Business) está generando la necesidad de soluciones de logística OMNICANAL. Por lo que se requiere una logística ágil, personalizada y eficaz. Por otra parte, en la medida que se incremente el envío directo al consumidor de productos alimenticios o farmacéuticos se tiene la necesidad de un cuidado especial en la temperatura, almacenaje y plazos de entrega muy cortos.

Según EAE (2016), la logística OMNICANAL (omnichannel) es:

Una estrategia de gestión del cliente en el proceso de relación entre este y la empresa. Se caracteriza por una comunicación coherente y fuerte por los diferentes canales que el cliente quiera utilizar para recibir información o contactar con la empresa, pudiendo ser estos, básicamente, medios físicos como tiendas, Internet, móvil o el Contact Center [...]

**EAE añade**

La flexibilidad de las opciones de compra de las que dispone el cliente es importante si la empresa desea llevar a cabo una estrategia OMNICANAL. Los almacenes y tiendas deberán adaptarse, y mientras que los primeros tendrán que ofrecer un servicio más directo al cliente, las tiendas se verán en la obligación de disponer de una mayor capacidad de almacenaje para poder satisfacer en mayor medida al consumidor.

El e-commerce requiere rapidez en la entrega de los pedidos y FEDEX, UPS y DHL gestionan la mayoría de envíos.

### **3.11 CASOS EN OPERACIONES DE CADENA DE SUMINISTRO**

#### **3.11.1 CASO 1. E-COMMERCE-DINET**

DINET<sup>5</sup> ha desarrollado y puesto en actividad herramientas de visibilidad y tracking on line para consultas del estado de cada pedido, así como una APP en celular para documentar la entrega física en cada domicilio o dirección de entrega con fotos y geolocalización.

A sus clientes les ofrecen la atención física de cada pedido e-commerce, en lo que corresponde picking unitario, empaque y entrega a domicilio, acorde a políticas del servicio individuales (horas de atención, alcance geográfico, cobranza, etc.). A su vez, la solución tecnológica inicia con la conexión online con los clientes respecto al procesamiento de pedidos captados de sus portales web.

Para asegurar una impecable experiencia de compra han desarrollado y ponen al servicio herramientas de visibilidad y tracking.

#### **3.11.2 CASO 2. CATÁLOGO ELECTRÓNICO GS1**

El catálogo electrónico es la herramienta que soporta y permite que la información relevada del sistema de calidad de datos viaje y sea compartida por el proveedor y las cadenas en tiempo real.

GS1<sup>6</sup> Global ha certificado más de 25 catálogos en el mundo, el de mayor aceptación es 1SYNC, cuya versión para América latina es SYNCWAY. La información certificada sube automáticamente al catálogo electrónico. Esta herramienta se pone a disposición de los socios de negocios de los proveedores, tanto en el ámbito local como como el internacional, bajo estándares globales, lo que facilita la comunicación comercial y logística entre las empresas.

#### **3.11.3 CASO 3. GESTIÓN DE ENVÍOS**

DHL<sup>7</sup> tiene un HUB terrestre en México y gestiona sus envíos con precisión, con tecnología adecuada, envía 6000 paquetes por hora y realiza el sorteo en una noche, lo que equivale al trabajo de 2000 personas.

#### **3.11.4 CASO 4. DHL**

Markus Kückelhaus<sup>8</sup>, vicepresidente de *Innovation & Trend Research* de DHL afirma que se debe tener presente que la innovación “no sigue un camino li-

<sup>5</sup> <http://www.dinet.com.pe/#prettyPhoto/0/>

<sup>6</sup> <http://www.gs1pe.org/content/cat%C3%A1logo-electr%C3%B3nico->

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=iFZGoiYl4yg>

neal” y las empresas necesitan involucrarse “de primera mano” para impulsar su desarrollo.

En la línea de Green logistic se tiene el modelo Green Energy Logistics, que contempla la electrificación de flotas e instalaciones logísticas, para reducir las emisiones y tener una logística comprometida con el medio ambiente.

Otra tendencia es la *Smart Containerization* que impulsará el desarrollo de nuevos formatos de contenedores ecológicos para grandes ciudades que tengan mucha congestión vehicular.

## **CONCLUSIONES**

La tecnología de información por un lado y la tecnología de comunicación se fusionan para facilitar, optimizar y agilizar los procesos en la cadena de suministros.

Los procesos de flujo de materiales se han automatizado con el apoyo de la robótica o los drones.

Coexisten en nuestro medio los procesos manuales, semiautomatizados y automatizados. Como tal, requieren una logística y una gestión de cadena de suministros acordes a su tamaño y naturaleza.

---

<sup>8</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=hsXExvgXg5c>

## **CAPÍTULO IV**

# **Industria 4.0**

### **INTRODUCCIÓN**

En esta sección se muestra los orígenes del término industria 4.0, a la que algunos denominan cuarta revolución industrial; se da cuenta de las tecnologías que le dan soporte y se da referencia de algunos casos donde se ha implementado.

### **4.1 ORÍGENES DE LA INDUSTRIA 4.0 Y DEFINICIÓN**

#### **4.1.1 ORÍGENES DE LA INDUSTRIA 4.0**

¿Por qué surge la industria 4.0?, ¿cuándo se acuña el término industria 4.0?, ¿quién o quiénes lo hacen?, ¿dónde y qué es la industria 4.0? Son preguntas cada vez más frecuentes. Según Schwab (2016, p.21):

En Alemania se debate sobre la «industria 4.0», un término acuñado en la feria de Hannover de 2011 para describir cómo ésta (sic) revolucionará la organización de las cadenas de valor globales. Mediante la creación de «fábricas inteligentes», la cuarta revolución industrial genera un mundo en el que sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperan entre sí de una manera flexible en todo el planeta. Esto permite la absoluta personalización de los productos y la creación de nuevos modelos de operación. La cuarta revolución es diferente a las anteriores porque hay interacción de los dominios físicos, digitales y biológicos.

Sin embargo, Kagermann, Lukas & Wahlster (2011), citados por Wagner, Hermann y Tiede (2017), opinan que Alemania debe jugar un rol importante en la industria 4.0 por lo siguiente: «la tercera revolución industrial marcada por los nuevos materiales, la robótica y los sistemas de control céntrico será reemplazada en la próxima década con el Internet de las cosas basado en sistemas ciberfísicos». Esto incluye el internet de las cosas y servicios.

Por otra parte, el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF, siglas en alemán) (2017) señala que «la economía está en el umbral de la cuarta revolución industrial», adicionalmente afirma, «una futura forma de producción industrial son la fuerte individualización de los productos bajo condiciones de producción altamente flexible, la amplia integración de clientes y socios comerciales...».

Peñaranda (2018) indica que el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) la bautizó con el nombre de la Cuarta Revolución Industrial (4RI). A su vez señala que «La inteligencia artificial, robótica, nanotecnología, biotecnología, vehículos autónomos, impresión 3D y computación cuántica son algunas de las tecnologías disruptivas que están cambiando la cara de la economía mundial, redefiniendo industrias existentes y creando otras nuevas a esta ola de innovación»

De este modo podemos vislumbrar que el desarrollo de industria 4.0 se da a partir de diferentes campos y disciplinas del saber. Así, se toma en referencia la arquitectura de soporte a la industria 4.0. En tanto hay corrientes de opinión sobre los orígenes de la industria 4.0, se toma en cuenta dos: a) aquellos que promueven la industrialización como ventaja competitiva y b) aquellos que han visto una gestión eficaz, efectiva de la información debido al uso intensivo de internet, que acorta distancias, y el desarrollo de la tecnología de información y comunicación. Asimismo, se utiliza como términos análogos cuarta revolución industrial e industria 4.0.

Para ubicarla históricamente, se refieren a las anteriores revoluciones. Están de acuerdo en las principales características, más no se puede decir lo mismo del alcance temporal. En la Infografía 51 se muestra el grado de complejidad y evolución de las revoluciones industriales (adaptación de Wahlster).



Infografía 51. Grado de complejidad y evolución de las revoluciones industriales  
Fuente: adaptado de Wahlster (2012, p.3).

### **4.1.2 DEFINICIÓN**

La industria 4.0 es un nuevo modelo de fabricación que aplica las tecnologías de información y comunicaciones que proporciona la computación en la nube, inteligencia artificial, realidad aumentada, simulación, fabricación aditiva, dispositivos inteligentes que ofrecen productos de alta calidad, sincronización de los equipos por el buen uso de la robótica y conceptos de ciberseguridad, mediante el uso de internet de las cosas y de servicios, el uso de información visualizado como big data y analítica. Su característica esencial es la personalización en la fabricación.

## **4.2 CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DE INDUSTRIA 4.0**

En los últimos 15 años, tanto Siemens como Festo han vendido a las empresas equipamiento para automatizar procesos y en la actualidad la oferta de sus productos incluye otras funcionalidades.

### **4.2.1 APLICACIONES EN INDUSTRIAS ALEMANAS**

#### **4.2.1.1 Caso Siemens**

Los productos que ofrece Siemens (2018) permiten coexistir en el mundo real y en el mundo virtual. Las características de la fábrica de Amberg son:

- a. Ratio de Calidad. Produce un SIMATIC a un ratio de calidad del 99,9988 %
- b. Ratio de producción. Produce una unidad por cada segundo.
- c. Cadena de suministro. Envía en 24 horas a más de 60 000 clientes
- d. Grado de automatización. Un 75 % de la producción es automatizada.
- e. Digitalización de la producción. Gracias a las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), los productos y máquinas están conectados y los procesos son controlados por TI y simulación, con ello se ha conseguido incrementar la producción en ocho veces.

#### **4.2.1.2 Caso Festo**

Festo presentó en el año 2017, un componente de Industria 4.0: «la innovadora innovación Festo Motion Terminal VTEM. Esta es la primera plataforma de automatización neumática del mundo controlada por aplicaciones y demuestra cómo la digitalización se está abriendo paso en la neumática». A su vez ofrece una digitalización completa de la interfaz del cliente, lo denomina “recorrido digital del cliente” en la que muestra desde el diseño aplicando CAD, “pasando por la selección de producto, la configuración, la puesta en marcha virtual hasta la supervisión durante todo el ciclo de vida del producto” Festo ( 2018a).

Scharnhausen (Festo 2018b) afirma sobre Planta de producción del futuro:

la planta de producción del futuro para válvulas, terminales de válvulas y electrónica es: automatizada y adaptable, de producción flexible y continua. Consumo de energía optimizado, el aprendizaje es una cuestión de rutina, líneas de ensamblaje altamente flexibles y de bajo consumo, flujo optimizado de procesos, información y materiales, conexión de redes de energía del edificio y los procesos de producción y una «fábrica de entrenamiento» como parte práctica e integral de la fábrica real

#### **4.2.2 ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS GÜBERNAMENTALES**

Algunos países europeos y asiáticos se han movilizado alrededor del concepto industria 4.0 y han adoptado políticas de estado, estrategias e incentivos para el desarrollo de investigación y desarrollo de la industria 4.0. Sachon (2017) afirma:

Consciente de que la industria manufacturera contribuye de forma significativa a la creación de empleo y la innovación, el Gobierno alemán elaboró en 2011 una iniciativa llamada Industria 4.0, un concepto que desde entonces se ha popularizado. Otros países han seguido su ejemplo, como Estados Unidos, donde la reindustrialización de la economía está presente en la agenda política desde la Administración de Obama.

Asimismo, Gómez, E. (2016) señala que el gobierno chino «pretende ser líder en tecnología a escala internacional, por delante de potencias como Alemania, Estados Unidos o Japón», por lo que en su Plan «Made in China 2025» se ha propuesto impulsar y reestructurar su industria, de modo que si antes producían a gran escala y a bajos precios, ahora prefieren la calidad a la cantidad.

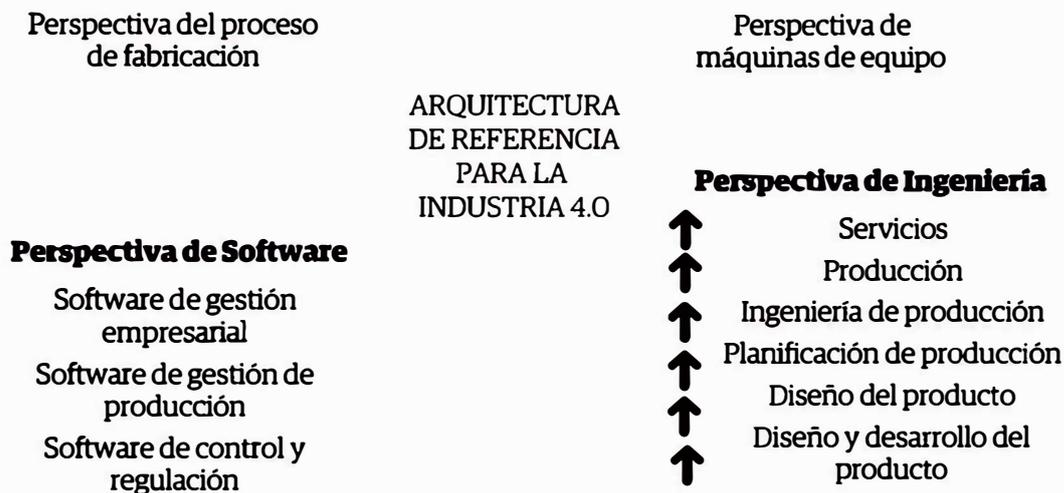
También el Gobierno de Aragón [España] (2017), al conceptualizar industria 4.0 toma en consideración «el aumento de la digitalización de las industrias manufactureras, donde los objetos físicos están perfectamente integrados en la red de información (conectados a Internet), lo que permite descentralizar la producción y su adaptación en tiempo real al futuro». Del informe de McKinsey (2015), citado por Gobierno de Aragón (2017, p. 9), se desprende que existen dos sectores con grandes oportunidades de negocio para el año 2025.

- a. La industria manufacturera, optimizando los procesos, mediante una mejor interconexión entre producción, distribución y venta.
- b. Smart Cities (Ciudades Inteligentes): Cuestiones de seguridad pública y salud, control del tráfico y gestión de los recursos de la ciudad.

Las empresas peruanas y latinoamericanas están adoptando como cultura organizacional la transformación digital.

### 4.3 ARQUITECTURA DE REFERENCIA A LA INDUSTRIA 4.0

Para adoptar estrategias y políticas se debe considerar los componentes y las tecnologías. Wahlster (2013) propone la arquitectura de referencia para la Industria 4.0 (Infografía 52). La perspectiva del desarrollo de las máquinas, equipos y dispositivos, que hoy en día son controlados con sensores y son parte de las fábricas inteligentes, desde la perspectiva del proceso de fabricación y la perspectiva de ingeniería se garantiza acortar plazos de entrega, tener una velocidad de respuesta rápida, con la inclusión de la impresión 3D, robots avanzados, inteligencia artificial, realidad aumentada, el internet de las cosas, la simulación. El manejo óptimo de la información se da lugar al desarrollo desde la perspectiva del software de gestión, de producción y de regulación y control de la fábrica inteligente.



Infografía 52. Arquitectura de industria 4.0  
Fuente: Wahlster (2012, p. 45)

### 4.4 TECNOLOGÍAS QUE DAN SOPORTE A LA INDUSTRIA 4.0

#### 4.4.1 DIMENSIONES DE LA TECNOLOGÍA

Sobre dimensiones y tecnologías de la industria 4.0, en primer término, tomamos como referencia al Gobierno de Aragón (por ser didáctico), el cual considera tres dimensiones: la aplicación en la gestión inter e intraempresarial, la tecnología de información y comunicación, y la hibridación del mundo físico y digital (ver Tabla 6).

### a. Dimensión: Aplicación de gestión interempresarial e intraempresarial

Las empresas asumen diferentes roles, son proveedores de un proveedor, fabricantes o distribuidores, tienen diferentes tamaños, por lo que requieren asociarse como parte de una red empresarial con otras empresas o a su vez dentro de ella, como parte de una gran corporación que físicamente se halla por cualquier parte del mundo. Para lograr eficiencia, eficacia, efectividad y tener rentabilidad las empresas requieren tener soluciones de negocio basadas en plataformas colaborativas y soluciones de inteligencia que apliquen los conceptos de big data y analítica como soporte de las decisiones estratégicas y funcionamiento de la empresa.

Tabla 6  
Dimensiones y tecnologías en industria 4.0

Dimensiones	Tecnologías
Aplicación de gestión interempresarial e intraempresarial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones de negocio</li> <li>• Soluciones de inteligencia (Big Data y Analytics)</li> <li>• espacio</li> <li>• Plataformas colaborativas</li> </ul>
Tecnología de información y comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet de las cosas</li> <li>• Inteligencia artificial</li> <li>• Simulación</li> <li>• Realidad aumentada</li> <li>• Cyberseguridad (ojo: ¿se trata de otro ítem?) espacio</li> <li>• Computación en la nube</li> </ul>
Hibridación del mundo físico y digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impresión 3D</li> <li>• Robótica flexible e inteligente</li> <li>• Sensores y sistemas embebidos</li> </ul>

Fuente: Adaptada a partir de Estrategia Aragón Industria 4.0 (2017, p. 6)

### b. Dimensión Tecnología de información y comunicación

El internet de las cosas es la interconexión de objetos, facilita ubicar las cosas, con mayor frecuencia se hace uso de dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID), hologramas, etcétera. Hay un mayor uso de la inteligencia artificial y la realidad aumentada. Los datos y la información se almacenan bajo el paradigma de la computación en la nube y con la finalidad de no sufrir alteraciones se protegen en el marco de la ciberseguridad.

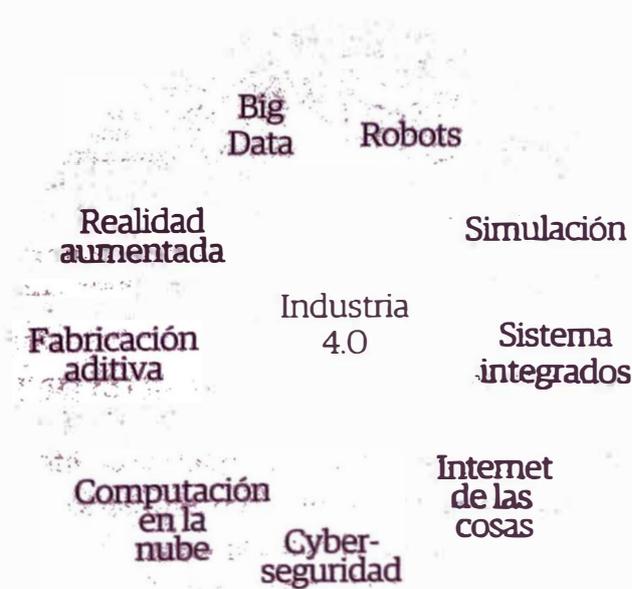
Acerca de RFID, Fernández. y Fraga (s.f.) señalan que «Existen varios sistemas inteligentes que se pueden usar en aplicaciones de la industria 4.0, como View Smart labels, han sido desarrollados por Omni – Id que están compuestos por un sistema de software central que gestiona varias etiquetas inteligentes».

### c. Dimensión Hibridación del mundo físico y digital

Los seres humanos han sido reemplazados en tareas por los robots, desde el siglo pasado, hacen trabajos más precisos, a mayor velocidad, no se cansan, trabajan tres turnos, entre otros aspectos positivos. A la par que se requiere una robótica más avanzada, se diseña con mayor flexibilidad e inteligencia; en ese sentido, los sensores y sistemas embebidos facilitan la fabricación.

Por otra parte, autores como Joyanes (2017), De la Fuente y Mazaeda (s.f.) señalan la importancia diferenciada de las tecnologías (se mencionan en la Tabla 6). Mientras que Garrell (s.f.) plantea que las fábricas serán inteligentes si alcanzan la simbiosis entre los métodos de producción y las tecnologías de información y comunicación que configuran la industria 4.0; De la Fuente y Mazaeda (s.f.) señalan las ventajas de la fabricación aditiva, porque esta puede reproducir de una forma rápida cualquier geometría imaginable sin necesidades de herramientas especiales para satisfacer y atender la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos por parte de los consumidores. Asimismo, la empresa Control SI enfatiza la necesidad del Big data como la gestión del gran volumen de información que va de la mano con la analítica, la cual extrae información valiosa para tomar decisiones, adoptar estrategias desde lo que quiere el consumidor hasta el lugar donde está el producto o servicio ofrecido.

Varios autores afirman que existen nueve tecnologías que soportan a la Industria 4.0 (véase la Infografía 53).



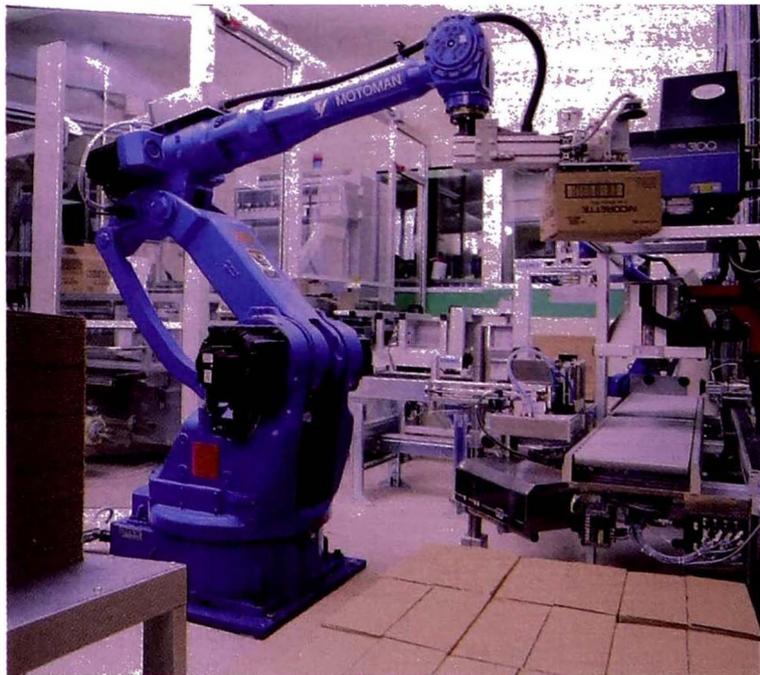
Infografía 53. Tecnologías de soporte a la Industria 4.0  
Fuente: De La Fuente y Mazaeda (s.f.) Garrell (sf). Joyanes (2017)

#### 4.4.2 FABRICACIÓN E IMPRESORA 3D

La fabricación de productos inicia con el diseño, usando el diseño asistido por computadora (CAD siglas en inglés). La impresora 3D alimentada del material pertinente da lugar a la fabricación inmediata, packing y distribución (ver la Tabla 7).

La tecnología es importante, las empresas que venden máquinas y equipos para el proceso de automatización comprenden que la transformación digital inicia con los clientes, consumidores digitales. En la Infografía 54 se muestra al robot Motomán, capaz de realizar un paletizado de 100 000 latas de cerveza por hora.

Paletizado de  
100.000 latas de  
cerveza / hora



Infografía 54. Tecnología del empaque por robots Motomán  
Fuente: Yaskawa (2018) / [www.rivasrobotics.com/portafolio/paletizado](http://www.rivasrobotics.com/portafolio/paletizado)

#### 4.5 CADENA DE SUMINISTROS EN UN CONTEXTO DE INDUSTRIA 4.0

Para medir el impacto del flujo de materiales hacemos referencia al inicio del proceso para satisfacer las necesidades del cliente, una fase inmediata en una cadena de suministro convencional es el diseño, luego el prototipado, para esta etapa se requieren los materiales desde diferentes fuentes de abastecimiento (como se observa en la Tabla 7). Para Miebach (s.f.) un componente de la industria automotriz es la rueda dentada, si se fabrica mediante impresión 3D, se muestra las diferencias y en primer plano se observa la reducción de tiempo de

demora (leadtime), la reducción de inventarios, menos transporte y, por ende, reducción significativa de los costos de producción y costos logísticos. Debido a que al inicio el diseño del proceso es asistido por la computadora y, asimismo, a los avances de la tecnología de embalaje, el picking y el transporte se facilita la reducción de tiempo y espacio.

**Tabla 7**  
**Cadena de suministro convencional versus cadena de suministro 3D**

<b>Cadena de suministro convencional</b>	<b>Cadena suministro 3D</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabricación en la India</li><li>• Transporte hasta un almacén central en Alemania</li><li>• Picking y transporte hasta el almacén de Latinoamérica, ubicado en Sao Paulo, desembalaje y colocación.</li><li>• Picking y embalaje de acuerdo con el pedido del distribuidor.</li><li>• Envío al distribuidor en Río de Janeiro</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Impresión en un centro de servicios de impresión en Río de Janeiro</li><li>• Embalaje y envío al distribuidor de Río de Janeiro</li></ul>

Fuente: Tomado de Miebach (p.29).

AUDI (2018) emplea la impresión 3D láser de metal en su cadena de producción. Ha adoptado un nuevo método de trabajo para la composición de piezas de geometría compleja y utiliza como materiales el aluminio titanio y el acero. Dicha impresión únicamente está establecida para algunos modelos A3, las berlinas A4 y A5 y el todo terreno Q5. «Antes de iniciar la producción en serie de un nuevo automóvil, el Centro de preserie de Audi en Ingolstadt realiza prototipos y modelos físicos para evaluar rigurosamente los nuevos diseños y conceptos». Spiering (2018) afirma «Según nuestros cálculos, podemos ahorrar hasta un 50 % de tiempo utilizando esta técnica de impresión 3D en nuestro proceso de prototipado».

## **4.6 BLOCKCHAIN**

Cada integrante de la red Blockchain tiene acceso a la información compartida (toda o parte, según su perfil) y colabora en la verificación de la información según el mecanismo de consenso elegido para la red. Para Junqueras (2018, pp. 19-20), "Blockchain no es otra cosa que una base de datos compartida entre un grupo de entidades interesadas, pero con unas características especiales que la hacen revolucionaria".

Las características son base de datos distribuida, inmutable y consensuada.

- **Distribuida:** cada entidad que necesite consultar los datos almacenados puede tener una copia propia de la base de datos, completa y actualizada en tiempo real.
- **Inmutable:** cada registro del Blockchain está sellado en el tiempo y enlazado al registro anterior. [...] No es posible realizar modificaciones o alteraciones sin romper la lógica interna y corromper la base de datos.
- **Consensuada:** cada registro introducido en la base de datos requiere el acuerdo de las entidades implicadas. Esto se logra por diferentes mecanismos y asegura que el dato introducido es fiable.

## 4.7 ROBÓTICA Y DRONES EN LA GESTIÓN DE ALMACENES

Es una tendencia la automatización del proceso de descarga, almacenamiento, picking y carga. Procesos que algunos operadores logísticos los tienen semiautomatizados. La gestión digital de la cadena de suministro no tiene que ver solo con el IoT y la visibilidad de las mercancías en tránsito, sino que incluye otros sistemas donde la robótica y los drones ayudan en el comercio electrónico.

### a. La robótica móvil cambia los Sistemas de control distribuidos (DCS)

Para ayudar a los DCS a mantener el ritmo del crecimiento del comercio electrónico, se involucrará la robótica móvil en el nivel DCS para reducir las necesidades de mano de obra.

### b. Los robots móviles autónomos<sup>9</sup> también van a tener un efecto importante en el modo en que se puede operar un almacén y en el diseño y construcción de almacenes, donde la robótica móvil, será más flexible que los sistemas automatizados tradicionales de manejo de materiales que requieren una amplia infraestructura fija.

Se utiliza drones para la toma de inventario, un trabajador utiliza un día mientras que el dron lo hace en una hora, afirma Alberdi de Ulma Handling Systems<sup>10</sup> se describe el proceso sin intervención humana:

- Inicia con una carretilla autoguiada que descarga el pallet, lo deja en una bandeja, esa bandeja lo deja en una anda o ¿banda? de producción.
- Se coloca en una banda, esas bandas van separando los productos, esos productos se colocan en una cinta otra vez, luego se envuelven en el plástico correspondiente.

<sup>9</sup> <http://www.clase10.com/el-futuro-de-la-cadena-de-suministro-en-la-era-digital/>

<sup>10</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=rwTbI9nHTkI>

## **Gestión de cadena de suministro e industria 4.0**

- Se coloca en el portón de salida, para ser cargado automáticamente en el camión, ese camión irá inmediatamente a la tienda.
- Se concluye que la automatización de procesos en almacenes disminuye costos y mejora la gestión de pedidos.

### **4.8 COMPUTACIÓN EN LA NUBE E INTERNET DE LA COSAS EN SCM**

Según el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, (NIST: National Institute of Standards and technology) citado por Coyle et al. (2012, p. 195) la computación en la nube es:

(...) un modelo que permite el acceso de red conveniente y bajo demanda a un conjunto compartido de recursos computacionales configurables (v.gr., redes, servidores, almacén, aplicaciones y servicios) que pueden suministrarse y liberarse rápidamente con un mínimo de esfuerzo administrativo o interacción con el proveedor del servicio.

Junqueras (2018, pp. 15-16) propone que:

(...) una combinación de IoT más tecnología en la nube (sic) permitirá mejorar la información sobre la cadena de suministro, optimizar los procesos asociados, disminuir riesgos y proporcionar una mejor experiencia al cliente. Además, brinda algunos ejemplos:

- Seguimiento y trazabilidad de mercancías: cualquier mercancía puede emitir su localización o geolocalización en tiempo real de manera continua para que sepamos en qué lugar se encuentra. Nadie tiene que incluir la información en ningún sistema, porque se realiza de manera automática con total precisión sin intervención humana.
- Optimización de logística: al tener control individualizado de la situación de cada mercancía, se gana precisión en los inventarios y se puede optimizar el uso de transporte y almacenes.

## **CONCLUSIONES**

Luego de la revisión bibliográfica se da cuenta de los avances y literatura existente sobre Industria 4.0 entre 2014 - 2018.

Respecto a las tecnologías que dan soporte a la industria 4.0, han existido incluso antes del 2011, como es el caso de Big Data, computación en la nube, simulación, realidad aumentada, robótica, ciberseguridad y los sistemas integrados. En tanto que la fabricación aditiva y la impresión 3D han evolucionado con la fabricación en el entorno de la Industria 4.0.

En tanto, el internet ha evolucionado de internet de la información a internet de las cosas.