



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE IMPLEMENTAR UN
SISTEMA ERP (*ENTERPRISE RESOURCE PLANNING*)**

Miguel Ángel Mazariegos Romero

Asesorado por el Ing. Oscar Alejandro Paz Campos

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE
IMPLEMENTAR UN SISTEMA ERP (*ENTERPRISE RESOURCE PLANNING*)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MIGUEL ÁNGEL MAZARIEGOS ROMERO

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ALEJANDRO PAZ CAMPOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Ligia María Pimentel Castañeda
EXAMINADORA	Inga. Elizabeth Domínguez Alvarado
EXAMINADOR	Ing. Luis Alberto Vettorazzi España
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA ERP (*ENTERPRISE RESOURCE PLANNING*)

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Ciencias y Sistemas, con fecha 22 mayo de 2019.



Miguel Ángel Mazariegos Romero

Guatemala, 30 de julio de 2019

Ingeniero:

Carlos Azurdia
Coordinador de Tesis
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente, como asesor hago de su conocimiento que revisé el Trabajo de Graduación de Miguel Ángel Mazariegos Romero, quien se identifica con el Código Único de Identificación -CUI- número 2341252761220 contenido en el documento Personal de Identificación -DPI- y con carné 9112780, estudiante de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, titulado: **FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)**, lo apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

Por lo tanto, en mi calidad de asesor, **EMITO DICTAMEN FAVORABLE**, para los tramites consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted

Atentamente



Ingeniero Oscar Paz Campos
Colegiado: 6430

ING. OSCAR ALLEJANDRO PAZ CAMPOS
COLEGIADO No. 6430

ASESOR



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 23 de agosto de 2019

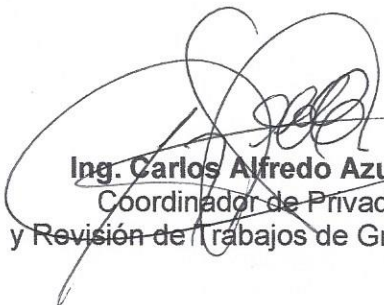
Ingeniero
Carlos Gustavo Alonzo
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Alonzo:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **MIGUEL ÁNGEL MAZARIEGOS ROMERO** con carné **199112780** y CUI **2341 25276 1220** titulado "**FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)**" y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo aprobado.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



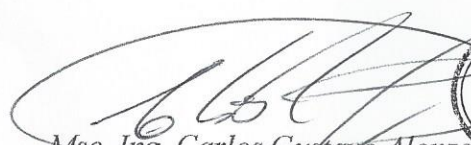
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)”**, realizado por el estudiante, MIGUEL ÁNGEL MAZARIEGOS ROMERO aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Msc. Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 30 de enero de 2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **FACTORES ASOCIADOS QUE SE DEBEN EVALUAR ANTES DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Ángel Mazariegos Romero**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2020.

AACE/asga

cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la fuente de sabiduría e inteligencia que me dio la oportunidad de alcanzar este logro.
- Mis padres** Miguel Ángel Mazariegos y Cándida Luz Romero, quienes fueron mis mayores promotores a través de su esfuerzo y apoyo para culminar mis estudios.
- Mi esposa** Dayring Romero, por motivarme y acompañarme siempre para alcanzar mis metas personales y profesionales.
- Mis hijas** Sara y Paola Mazariegos, por ser el motor de mi vida y demostrarme su amor en todo momento.
- Mi hermana** Patricia Luz Mazariegos, por motivarme a superar obstáculos y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi *alma máter*, por haberme permitido formarme en ella y ser un profesional exitoso.

Facultad de Ingeniería

En especial al cuerpo docente y personal administrativo, por brindarme una buena experiencia dentro de la Universidad y cosechar tantos logros.

A mi asesor

Ingeniero en Ciencias y Sistemas Óscar de Paz, por haberme orientado con gran dedicación en el desarrollo de este trabajo de graduación.

A mis amigos

Por su invaluable amistad y apoyo en mi vida estudiantil y profesional.

A mis suegros

Por ser ejemplo de constancia y esfuerzo para alcanzar metas en la vida.

A mi familia

A mis cuñados y sobrinos, por su cariño y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE UN SISTEMA ERP.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Inicios de la evaluación de sistemas ERP de clase mundial enfocada a las áreas de trabajo.....	4
1.2.1. Tipos de evaluación de sistemas ERP.....	6
1.2.2. Metodología de selección de proveedores de ERP.....	8
1.2.2.1. Proveedores de ERP.....	8
1.2.2.2. Criterios para la evaluación de proveedores de ERP.....	8
1.2.2.3. Selección del proveedor de ERP.....	9
1.2.3. Definiciones y aplicaciones.....	10
1.2.3.1. Definiciones.....	10
1.2.3.2. Características.....	12
1.2.3.3. Módulos.....	12
1.2.4. Aplicaciones en diferentes industrias.....	14
1.2.5. Soluciones para cada industria.....	14
1.2.5.1. Industria de alimentos y bebidas.....	15

1.2.5.2.	Industria farmacéutica.....	16
1.2.5.3.	Industria química	17
1.2.5.4.	Industria de la celulosa y el papel	18
1.2.5.5.	Sector público.....	20
1.2.5.6.	Sector bancario e instituciones financieras	20
1.2.5.7.	Sector educación	21
2.	PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS SISTEMAS ERP	23
2.1.	Planteamiento del problema.....	23
2.2.	Propósito.....	23
2.3.	Justificación	24
2.4.	Importancia de la evaluación de las áreas de trabajo	25
2.5.	Ventajas de los ERP	26
2.6.	Inconvenientes y limitaciones de los ERP	27
2.7.	Factores importantes en la implementación de un ERP	28
3.	EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS ERP.....	31
3.1.	Determinar los cuestionarios	31
3.2.	Aspectos importantes por considerar del nuevo sistema.....	33
3.3.	Factores por evaluar para elegir un sistema ERP	35
4.	EVALUACIÓN PARA LOS PROVEEDORES DE CONSULTORÍA	41
4.1.	Elementos importantes para la selección del proveedor.....	41
4.2.	Factores para la selección de los proveedores de ERP	44
5.	DETERMINACIÓN DEL EQUIPO ADECUADO	47
5.1.	Determinación de cargas de trabajo por área.....	47
5.2.	Determinación del número de usuarios por área	48

5.3.	Contratos de soporte para servidores	52
5.3.1.	Factores para la selección de la plataforma de servidores	52
5.4.	Aspectos de los contratos de soporte de nivel de servicio	53
CONCLUSIONES		57
RECOMENDACIONES		59
BIBLIOGRAFÍA		61
APÉNDICE		65
ANEXO		69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Evolución histórica de los ERP.....	4
2.	Principales módulos de un ERP	13
3.	Pasos de la etapa de evaluación para la implementación de un ERP de clase mundial	37

TABLAS

I.	Lista de criterios ponderados para seleccionar la consultora	9
II.	Matriz para evaluación de sistemas ERP	38
III.	Matriz de proveedores.....	42
IV.	Calificación de proveedores	46
V.	Evaluación de infraestructura de los sistemas <i>On Premise</i> y <i>SaaS</i>	50

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
GB	Gigabyte
h	Hora
HH	Horas hombre

GLOSARIO

Alcance	Es el conjunto todo lo que se necesita para llegar a un objetivo.
Análisis costo-beneficio	Herramienta que permite evaluar la rentabilidad de una inversión.
Área	Función dentro de la estructura organizativa.
Arquitectura	Estructura fundamental que facilita el flujo e integra la información.
Automatización	Aplicar procesos informáticos para realizar procesos de negocios.
Benchmark	Puntos de referencia para hacer mediciones comparativas.
BI	En la versión inglesa significa <i>Business Intelligence</i> , que en español es el equivalente a inteligencia empresarial.
CapEx	Costos de capital.
Clustering	Agrupación de servidores.

Comité de análisis	Grupo de participantes en el proyecto de selección de ERP en una organización. Por lo general, es multifuncional y multidisciplinario.
Consultor(a)	Es una empresa que implementa un software ERP o le da mantenimiento.
CTP	Costo total de propiedad.
CRM	En la versión inglesa significa <i>Customer Relationship Management</i> , que en español es el equivalente a administración de relaciones del cliente.
Demostración	Es un prototipo de determinado software.
Documento de requerimiento	Documento que incluye los requerimientos de propuestas de ERP con el fin de estandarizarlas.
Empresa	Unidad integrada por elementos humanos y materiales para obtener un fin en común.
ERP	En la versión inglesa significa <i>Enterprise Resource Planning</i> , que en español es el equivalente a planificación de recursos empresariales.
Estructura organizativa	Estructura jerárquica dentro de una organización y cómo se relacionan la responsabilidad y la autoridad.

Evaluación de ERP	Conjunto de pasos para la elección de una herramienta ERP.
Go Live	Salida en vivo o puesta en marcha del sistema ERP.
Implementación	Proceso de instalar y configurar un software. Incluye pruebas y formación.
Inteligencia de negocios	Conjunto de herramientas que proveen información para la toma de decisiones gerenciales.
Licenciamiento	Conjunto de permisos para el uso de un software.
Matriz de proveedores	Cuadro que elabora la organización del proyecto que incluye los contactos de los proveedores de sistema ERP.
Módulo	Es un software o utilidad diseñada para los procesos básicos de una organización.
On Premise	Es una aplicación de software local dentro de las instalaciones de la organización.
OpEx	Costos operativos.
Paquete	Conjunto de aplicaciones de software que puede aplicar a diferentes funciones empresariales.

Procesos de negocios	Conjunto de tareas o actividades que llevan a cabo personas o máquinas en forma secuencial con el objetivo de ofrecer un producto o servicio.
Proveedor de ERP	Empresas que ofrecen servicios de informática y software ERP.
Riesgo	Factores posibles que pueden afectar la implementación de un sistema informático.
ROI	<i>Return on Investment</i> o retorno de la inversión.
SaaS	El <i>Software as a Service</i> es un modelo de renta de software que incluye soporte y acceso desde Internet.
SAP	En la versión inglesa significa <i>Systems, Applications, Products in Data Processing</i> , que en español es el equivalente a “Sistemas, aplicaciones y productos para el procesamiento de datos”.
SAPS	Estándar de rendimiento de la aplicación SAP.
SCM	En la versión inglesa significa <i>Supply Chain Management</i> , que en español es el equivalente a “Administración de la cadena de suministro”.
SD Benchmark	Prueba de rendimiento de ventas y distribución.

Sistema empresarial	Sistema que integra la información de los procesos operativos y de negocios de una empresa.
Sizing	Herramienta para determinar el hardware requerido para un sistema informático.
SLA	En la versión inglesa significa <i>Service Level Agreement</i> , que en español es el equivalente a “Contratos o acuerdos de nivel de servicio” que describen los términos pactados para el soporte versus ciertos indicadores clave de rendimiento.
Unidad de negocio	Son unidades organizativas en que se divide una organización por la actividad o negocios que llevan a cabo.
Usuario	Persona que utiliza una computadora, servicio de red o sistema.
VPN	Valor presente neto.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consta de cinco capítulos. En el capítulo uno se hace referencia a los antecedentes históricos, conceptos y definiciones de los sistemas ERP. Se teoriza sobre la evaluación de sistemas y proveedores ERP. Al final se trata la aplicación de los sistemas ERP en diversas industrias.

En el segundo capítulo se expone la problemática actual de implementación de un sistema ERP. El propósito y justificación de este estudio es ofrecer una solución para la evaluación antes, durante y después de la implementación de una herramienta ERP. Se explica la importancia de la evaluación de las áreas de trabajo, las ventajas de los ERP, sus inconvenientes, limitaciones y factores por considerar en su implementación.

En el tercer capítulo se incluye la evaluación de los sistemas ERP (*Enterprise Resource Management*), el uso de cuestionarios, los aspectos del nuevo sistema y los factores de evaluación de un sistema.

En el cuarto capítulo se presenta la evaluación de los proveedores de consultoría del sistema ERP.

En el quinto capítulo se explica la evaluación de la infraestructura para el ERP, los contratos de servidores y los contratos de nivel de servicio de soporte.

Finalmente, en el apéndice 1 se presenta una Guía de evaluación de un sistema ERP en 4 etapas. Esta Guía constituye el aporte y propuesta del autor del presente trabajo para las organizaciones de cualquier industria que deseen

implementar un sistema ERP de clase mundial y no conozcan del tema ni cómo comenzar.

OBJETIVOS

General

Diseñar una guía de pasos y procedimientos relacionados con la implementación, el monitoreo y la evaluación de un sistema ERP.

Específicos

1. Teorizar sobre un sistema ERP de clase mundial para facilitar el conocimiento acerca del mismo.
2. Desarrollar una guía paso a paso para evaluar los criterios por considerar para implementar un ERP.
3. Describir los resultados de una evaluación para conocer las ventajas y desventajas del ERP de clase mundial.
4. Presentar los factores de evaluación de ERP para reducir el riesgo de la toma de decisiones sin orientación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones requieren del uso de herramientas que les permitan tomar decisiones en el momento oportuno para lograr un posicionamiento correcto en el mercado. Deben ser competitivas y productivas y, para esto, la gestión de la información y los procesos de negocios deben ser eficientes para que rindan rápidamente los resultados esperados.

Como respuesta a estas necesidades emergentes de las empresas se comienzan a usar los sistemas ERP por las diversas bondades que representa su implementación. Estos sistemas optimizan los procesos críticos; además, permiten que estos sean más eficientes en el crecimiento de una empresa.

Los sistemas ERP inciden positivamente en las empresas en cuanto a reducir costos, llevar un crecimiento controlado de las empresas sin necesidad de contratar personal nuevo. Todo esto debido a que la automatización permite trabajar con el personal existente, absorbe más procesos de negocios al realizar una asignación adecuada de roles.

Por lo anteriormente descrito, se presenta el siguiente trabajo de graduación del tema titulado Factores asociados que se debe evaluar antes de implementar un sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Este trabajo se realizó con la finalidad de diseñar una guía de pasos y procedimientos asociados con la implementación de un sistema ERP de clase mundial.

El trabajo se encuentra estructurado en capítulos. En el primero se incluyó la teorización sobre los sistemas ERP, su evolución, los diferentes tipos de evaluación y los proveedores de estos sistemas. Al final del capítulo se describen los beneficios que los sistemas ERP tienen para cada industria, ya que este trabajo fue diseñado para que el campo de aplicación sea global y para cualquier organización en cualquier industria que desee implementar un nuevo sistema ERP o migrar del sistema actual hacia una herramienta ERP.

En el segundo capítulo se describe la problemática actual de la implementación de los ERP, con todas las dificultades que enfrentan aquellos a quienes se les delega la responsabilidad de la implementación. Ellos son responsables de dar cuenta del éxito o fracaso de la implementación, ya que esta implica una fuerte inversión para la organización. El propósito de este trabajo de graduación es informar y orientar los procesos de implementación de ERP en organizaciones de todo tipo. La situación actual justifica que se haya elaborado este trabajo de graduación.

En el tercer capítulo se aborda el tema de la evaluación de los sistemas ERP mediante herramientas como los cuestionarios y matrices de evaluación de diferentes aspectos de la organización, para determinar las necesidades de sistema ERP. Esto permitirá elegir, de manera informada, el mejor ERP que satisfaga las necesidades identificadas en un período establecido.

El cuarto capítulo está dedicado a la evaluación de los proveedores de ERP. También se propone herramientas para la evaluación, así como los pasos por seguir para que la elección del proveedor sea de acuerdo con ciertos parámetros compartidos entre la organización y el proveedor.

El quinto capítulo abarca el tema de evaluación del equipo para el ERP, a fin de dotar a la organización de la infraestructura que se requiere según los requerimientos del proveedor y que dará soporte al nuevo sistema ERP elegido. Además, se plantean las tendencias tecnológicas que deben evaluarse al tomar esta decisión.

El aporte principal de este trabajo de graduación es una Guía para la implementación de un ERP de clase mundial en cuatro etapas, que se encuentra en el apéndice uno. Esta guía no tiene como propósito ser una receta ni solución específica para la implementación de una herramienta ERP en una organización, sino ser una herramienta de orientación que las organizaciones interesadas puedan usar como una base en el proceso de evaluación de los sistemas ERP.

En el anexo uno se encuentra una arquitectura de ERP general, que se puede aplicar globalmente a la organización de cualquier industria.

Cada día son más las empresas que buscan implementar un sistema ERP por los beneficios que estos ofrecen. Por eso, este trabajo de graduación será de gran interés dentro de estas organizaciones.

1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE UN SISTEMA ERP

Los sistemas empresariales son soluciones de software que permiten que las organizaciones integren la información y coordinen procesos de negocios. Estos son centralizados y permiten que la información pueda compartirse en todos los niveles funcionales y jerarquías de la estructura organizativa. Los sistemas están orientados a las transacciones y procesos de negocios en toda la empresa y se han extendido a la cadena de suministro interorganizacional.¹

La evolución de los sistemas empresariales es rápida; es necesario que las organizaciones adopten la tecnología y se adapten al cambio de forma pronta sin que afecte el giro del negocio y ralentice la productividad. Se requiere conocer los antecedentes históricos de los sistemas hasta los que se tienen actualmente, con el fin de tomar buenas decisiones en el ámbito tecnológico y asesorar a las empresas sobre las mejores opciones de implementación tecnológica en cuanto a sistemas empresariales que ayuden a alcanzar los objetivos globales.

1.1. Antecedentes

ERP son las siglas de “*Enterprise Resource Planning*” o Sistema de Planificación de Recursos Empresariales. Son sistemas que integran e incorporan la mayoría de las prácticas de negocio que tienen lugar en una empresa. Según las definiciones, para el contexto guatemalteco se puede considerar que en los sistemas ERP las áreas de recursos humanos y financiera son las más importantes en un proceso de innovación empresarial: de estas

¹ MARKUS, Lynne. *The Enterprise System Experience from Adoption to Success*. p. 176

áreas depende la modernización de los sistemas y el incremento de la eficiencia interna.

La planificación en este entorno es una forma de utilizar la información en áreas clave de una empresa; puede ser en algunos casos administración de inventarios, de personal, fabricación, compras, suministros y controles financieros. Todo el funcionamiento de una empresa, con sus procesos y sistemas, son controlados virtualmente, por medio de software informático.

Un ejemplo de esta automatización de procesos por medio de un ERP es el funcionamiento de un autoservicio, que permite generar de forma automática un requerimiento, aprobarlo y hasta facturarlos. Otro ejemplo es la banca virtual que permite realizar transacciones, ser informado automáticamente de la autorización; es decir, se realiza una transferencia sin requerir de papeleo. De esta manera se agilizan los procesos, se reducen los trámites burocráticos, se aceleran los procesos y todo esto genera una mejor imagen de la empresa.

“Un ERP es un sistema de información integrado en la forma de un paquete de software compuesto por varios módulos, tales como producción, ventas, finanzas y recursos humanos, que nos aporta una integración de datos horizontales a lo largo de la organización y a través de sus procesos de negocios”.² Según Bustos³ los ERP tienen la ventaja de que se adaptan a las necesidades de los clientes al ser paquetes de software que mejoran las operaciones de los negocios en todas las áreas.

² VALLE, Antonio. *Curso de Consultoría TIC. Gestión, Software ERP y CRM*. p. 69

³ BUSTOS, Eduardo. *Sistemas Informáticos de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*. p. 4

Este sistema de planificación ha adquirido mucha importancia para todos los negocios o empresas que integran la tecnología en sus operaciones; se aplican en el “flujo de productos, de información y de dinero”.⁴

Con los sistemas ERP las empresas adquieren mayor interacción al poder realizar sus operaciones de manera eficiente y en el menor tiempo; esto logra que el flujo de operaciones sea más ágil y derivado de esto, la satisfacción de la población objetivo. Además, un mejor posicionamiento en el mercado porque mejoran los aspectos de competitividad.

Con la aplicación de un ERP se logra que las actividades planificadas sean compartidas en todos los departamentos, lo que mejora el trabajo colaborativo enfocado en el logro de metas y objetivos estratégicos de la empresa. Con el mejor flujo de información se logra un mayor involucramiento de todos los colaboradores.

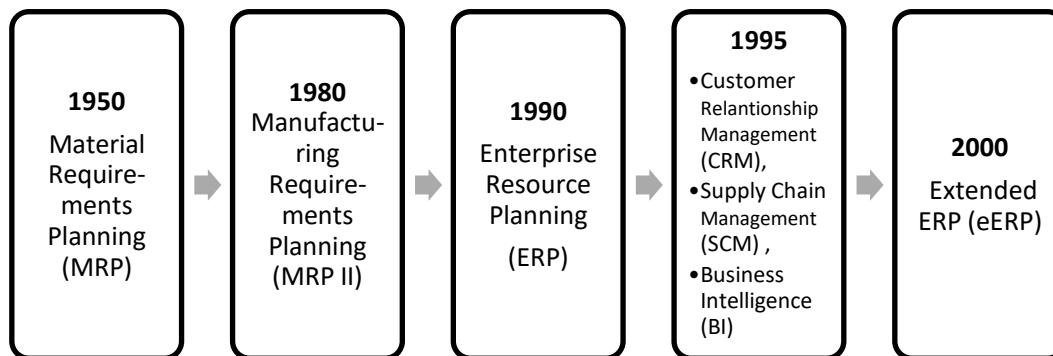
Los antecedentes de los ERP datan de finales de 1950 por la necesidad de contar con un sistema para logística y planificación de requerimientos de materiales con fines militares, durante la Segunda Guerra Mundial. Entre 1960 y 1980 ya se utilizaban estos sistemas en el sector manufacturero. Para inicios de 1990, los sectores de servicio y comercio, además del financiero, requerían de sistemas para el manejo de su información y surgen los ERP como se les conoce actualmente. A finales de los años 90, evolucionaron con sistemas de *Customer Relationship Management* (CRM), *Supply Chain Management* (SCM) y *Business Intelligence* (BI), entre otros como apoyo a la gestión empresarial de la información, aunque todavía estaban separados. En el año 2000, Gartner⁵ menciona por primera vez el concepto de ERP Extendido, que se conoce en el

⁴ BUSTOS, Eduardo. *Sistemas Informáticos de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*. p. 9.

⁵ DATADEC.COM. *Es hora del ERP II o ERP Extendido*.

medio como eERP o ERP II, que integra la cadena de valor empresarial de clientes y proveedores al integrar los CRM y SCM, principalmente.

Figura 1. **Evolución histórica de los ERP**



Fuente: elaboración propia.

1.2. **Inicios de la evaluación de sistemas ERP de clase mundial enfocada a las áreas de trabajo**

Antes de la implementación de un sistema ERP se debe evaluar ciertos aspectos para determinar qué abordar. Por ejemplo, si el alcance será para toda la empresa o solo para algunas áreas. Además, se debe determinar qué se espera a corto, mediano y largo plazo. Para planificar de forma adecuada, se tiene que evaluar las áreas de trabajo de la empresa con el fin de determinar la cantidad de módulos que se implementará. De esta evaluación depende el éxito y funcionalidad de la implementación.

Según Valle “el ciclo de vida de un sistema de información difiere del ciclo de desarrollo de un software, por tratarse de un sistema desarrollado por terceros”.⁶ Los sistemas ERP, por ser considerados servicios tercerizados y del desarrollador, tratarán de cubrir a la mayoría de las empresas en segmentos

⁶ VALLE, Antonio. *Curso de Consultoría TIC. Gestión, Software ERP y CRM*. p. 106

diversos. Aunque en este trabajo de graduación se abarcará las etapas de evaluación de un sistema ERP de clase mundial, también es importante conocer las etapas del ciclo de vida de un ERP. Este consiste en la implementación, el mantenimiento, las actualizaciones y la desafectación. De acuerdo con Valle,⁷ las etapas son:

- Parte A. Evaluación sobre la necesidad de ERP: análisis de la situación e identificación del valor agregado del ERP a la organización.
- Parte B. Selección y adecuación: elección del ERP disponible y su adecuación
- Parte C. Implementación: actividades de la implementación propiamente dicha
- Parte D. Concienciación y formación: inducción al nuevo sistema, formación, capacitación o entrenamiento en el nuevo sistema.
- Parte E. Utilización: uso del sistema e identificación de cambios para que cumpla con las reglas de la organización.

En la etapa de evaluación, la mayoría de las empresas no cuenta con una guía. Sin embargo, podrían aplicar lineamientos teóricos o bien adaptarlos sus necesidades específicas. Por ejemplo, Muñiz sugiere estos pasos para la evaluación:

⁷ VALLE, Antonio. *Curso de Consultoría TIC. Gestión, Software ERP y CRM*. p. 106

- “Análisis de la situación actual: responde a las necesidades que tienen la empresa.
- Análisis de módulos del nuevo programa: el programa cubre las necesidades, pero el costo es razonable.
- Toma de decisión y selección del programa: es el momento de elegir una opción.”⁸

1.2.1. Tipos de evaluación de sistemas ERP

Debido a que existen diferentes tipos de evaluación de sistemas ERP, en este trabajo se mencionará los tipos de evaluación generales que es necesario tomar en cuenta para cumplir con el objetivo cuando se implementa dicho sistema en cualquier tipo de organización, en diversas industrias.

Para establecer un mecanismo de evaluación para diferentes sistemas ERP en diferentes organizaciones es necesario generar un documento que incluya los criterios de evaluación necesarios. Estos se pueden agrupar en tres grandes aspectos:

- Aspectos de procesos de negocios: definen el alcance del proyecto en cuanto a los procesos empresariales que cubrirá, las áreas funcionales a las que va dirigido y los requerimientos de cada uno. Como resultado, el ERP podrá dotar a la organización de los módulos que se necesitan. Por eso es importante definir las restricciones del proyecto en cuanto a alcance, costo y tiempo⁹ de forma clara y específica.

⁸ MUÑIZ, Luis. *Guía Práctica para la Selección e Implementación*. p. 30

⁹ Project Management Institute. *PMBok Fifth Edition*. p. 124

- Aspectos tecnológicos: en cuanto a recursos materiales, consiste en evaluar la infraestructura requerida por los estándares de la organización y las interfases que el ERP tendrá con otros sistemas propietarios dentro de la organización (si se aplica). En cuanto a Recursos Humanos, se determinará si se cuenta con el equipo idóneo para desarrollar el proyecto. Es decir, si los participantes internos están cualificados, si los participantes externos son adecuados como consultores y la cantidad requerida; además, si se requiere formación y capacitación adicional antes de comenzar el proyecto.
- Aspectos financieros: a través de indicadores financieros se puede evaluar los costos del proyecto. Algunos indicadores financieros son el costo total de propiedad (CTP) por la adquisición de infraestructura como software, hardware y otros, como el costo de capital (CAPEX) y costo de operación (OPEX). Además, el análisis de costo-beneficio y el valor presente neto (VPN) permiten conocer los beneficios en el tiempo por cada flujo de inversión. El indicador de retorno de la inversión (ROI) reflejará el beneficio por la inversión realizada.

Por eso es importante que se defina claramente las restricciones del proyecto en cuanto a costo y tiempo, como se indica en los aspectos de procesos del negocio. Además, se debe analizar los riesgos, prever el costo de mitigarlos y ponderar contra el costo que resultaría si se presentara una eventualidad o un escenario de riesgo como, por ejemplo, brechas de seguridad en el sistema o fallas en la operación de la empresa.

1.2.2. Metodología de selección de proveedores de ERP

La selección de un proveedor de ERP es un proceso que requiere varios pasos para garantizar la implementación y seguimiento adecuados. Una vez seleccionado el sistema, el próximo paso es evaluar a los proveedores.

1.2.2.1. Proveedores de ERP

El proveedor es el encargado de ofrecer la herramienta adecuada, proporcionar el seguimiento después de su implementación y dar el soporte técnico cuando sea requerido.

En el entorno actual, las empresas no implementan sistemas ERP todos los días. La mayoría de veces las empresas no contarán con el personal para realizar la implementación, por lo que se requiere de una consultora. Entonces, un proveedor de ERP es “el que propone la metodología de trabajo”.¹⁰

1.2.2.2. Criterios para la evaluación de proveedores de ERP

Para seleccionar la consultora que ofertará el servicio de ERP, Chiesa (2004) propone una lista de criterios ponderados que se presentan en la tabla I.

¹⁰ CHIESA, Florencia. *Metodología para Selección de Sistemas ERP*. p. 1

Tabla I. **Lista de criterios ponderados para seleccionar la consultora**

Criterios de selección	Pond. X	Valor Y	Pond. X * Y
1. Aspectos generales			
Solidez del proveedor	10 %		
Soporte del país	10 %		
Cantidad de implementaciones	5 %		
Calidad de implementaciones	10 %		
Evolución histórica del proveedor	5 %		
Perspectiva de evolución futura	5 %		
Metodología de implementación	20 %		
Compromiso en tiempo y forma	15 %		
Evaluación del equipo asignado	15 %		
Personal tercerizado	5 %		
	100 %		$Z = \sum$
TOTAL	40 %		$P1 = Z * 0,40$

2. Aspectos económicos			
Costo hora	30 %		
Costo total	70 %		
	100 %		$Z = \sum$
Total	Ponderación de grupo	60 %	$P2 = Z * 0,60$

Fuente: Chiesa, 2004.

Es importante mencionar que el objetivo de lo anterior es definir al proveedor de ERP que sea adecuado tanto para la empresa como para el proyecto.

1.2.2.3. Selección del proveedor de ERP

Para seleccionar al proveedor de ERP adecuado según los objetivos y metas de la empresa se debe realizar varias actividades previas. Según Chiesa es necesaria una serie de actividades para elegir a la empresa consultora:

- Documentar las bases de la búsqueda
 - Organizar la búsqueda
 - Armar un listado de criterios para seleccionar la consultora

- Selección de candidatos
 - Entrevistar posibles candidatos y recopilar información
 - Evaluar candidatos
 - Decisión final –negociación¹¹

1.2.3. Definiciones y aplicaciones

Con relación a los sistemas ERP y su implementación hay diferentes definiciones y aplicaciones en diferentes industrias, las cuales se describen a continuación.

1.2.3.1. Definiciones

De acuerdo con la evolución que han tenido los sistemas ERP en las últimas décadas y la situación actual, hay diferentes conceptos y definiciones que se incluyen a continuación.

Para Whatson “un ERP es un paquete de software integrado que se encarga de la mayoría de los requisitos de la empresa en todas las áreas funcionales, tales como finanzas, recursos humanos, fabricación, ventas y marketing. Tiene la arquitectura de un software que facilita el flujo de la información entre todas las funciones dentro de una empresa. Está construido en una base de datos común y con el apoyo de un único entorno de desarrollo”.¹²

¹¹ CHIESA, Florencia. *Metodología para Selección de Sistemas ERP*. p. 18

¹² WHATSON, Edward. *Using ERP Systems in Education*. p. 3

El Grupo Líder Consulting define el ERP como “un sistema integral de gestión empresarial que está diseñado para modelar y automatizar la mayoría de los procesos en la empresa, área de finanzas, comercial, CRM, logística y producción, entre otros. Su misión es facilitar la planificación de todos los recursos de la empresa”.¹³

Rico identifica los ERP como una plataforma de los sistemas estratégicos y toma de decisiones, como los sistemas de información dirigidos a los niveles ejecutivos de las compañías.¹⁴

Rico en su tesis doctoral, explica que los ERP son considerados como la solución actual de la evolución de los sistemas de gestión empresarial, cuyo desarrollo se basa en dos principios: la incorporación de una serie de supuestos sobre los modos de operar la empresa a través de herramientas informáticas de última generación y el objetivo de difundir la información a todos los niveles de la empresa.¹⁵

Desde que fuera acuñado por Gartner, en 1990, el concepto de ERP no se ha alejado de su objetivo fundamental, que es una aplicación para planificar los recursos empresariales y cumplir con las necesidades de la gestión empresarial.

De acuerdo con estos conceptos, se puede concluir que los sistemas ERP son soluciones integradoras que ayudan a las empresas a contar con información disponible para alcanzar sus objetivos a través de procesos eficientes.

¹³ Grupo Líder Consulting. *Qué es un ERP*.

¹⁴ RICO PEÑA, Fermín D. *Sistemas ERP. Metodologías de Implementación y Evaluación de Software*. p. 31

¹⁵ Ibidem

1.2.3.2. Características

De las definiciones anteriores se establecen cuatro características importantes que deberían cumplir los sistemas ERP para ser una buena elección en una organización que evalúe la necesidad de implementarlos para ser competitiva y productiva.

- Integradores: integran los procesos de negocios y el flujo de información. A través de estos se realizan las principales actividades de una empresa.
- Globales: cumplen con las necesidades de información a través de toda la organización.
- Estándar: abarcan la mayoría de los procesos en la mayoría de las organizaciones y son fáciles de adaptar.
- Estructurados: cuentan con una base de datos central y módulos independientes.

1.2.3.3. Módulos

La mayoría de los proveedores ofrecen aplicaciones con módulos estándar y la opción de agregar aplicaciones personalizadas a la organización.

Comúnmente, los sistemas ERP estarán conformados por los módulos principales que responden a las áreas funcionales de las empresas. En el proceso de evaluación, las áreas funcionales de la organización son tan importantes que de estas dependerá el éxito de un proyecto de implementación.

Rico recomienda que en la etapa de análisis de las necesidades de la evaluación se “enumeren las funcionalidades con su correspondencia de módulos por implementar; por lo tanto, hay que documentar la relación entre módulos y necesidades funcionales, ya que esto no es evidente a menos que se tenga un alto conocimiento del sistema y experiencia en procesos”.¹⁶

La siguiente figura muestra los principales módulos de un ERP.

Figura 2. Principales módulos de un ERP



Fuente: elaboración propia.

¹⁶ RICO PEÑA, Fermín D. *Sistemas ERP. Metodologías de Implementación y Evaluación de Software*. p. 132

1.2.4. Aplicaciones en diferentes industrias

Las aplicaciones de los sistemas ERP permiten a empresas de diversos tipos de industria mejorar su gestión administrativa, la eficiencia y la eficacia en la producción y en el cumplimiento de sus objetivos. El software estándar puede usarse con éxito en algunas partes del negocio de una industria de proceso, las finanzas y la contabilidad, por ejemplo, si presentan problemas comunes en todo tipo de industria. Sin embargo, “hay ciertas áreas en una industria de proceso, que necesitan de apoyo especial”.¹⁷

1.2.5. Soluciones para cada industria

Los ERP brindan una gran variedad de soluciones que resuelven las necesidades específicas de distintas industrias, como las siguientes¹⁸:

- Industria de alimentos y bebidas
- Industria farmacéutica
- Industria química
- Industria de celulosa y papel
- Sector público.
- Sector bancario e instituciones financieras
- Sector educación

¹⁷ GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 19

¹⁸ *Ibid*

1.2.5.1. Industria de alimentos y bebidas

“La producción de alimentos es diferente en casi todos los aspectos de la producción discreta. Los clientes son muy difíciles de manejar y exigen que la calidad de los productos alimenticios sea la más alta, que estén prontamente disponibles, sean absolutamente seguros, con buena presencia y al costo más bajo disponible. El resultado es una industria con bajos márgenes, muy competitiva y constantemente cambiante. Las tendencias de la industria se centran en la seguridad, la calidad, la contención del costo, el manejo del inventario, el manejo de los cambios y la complejidad de los canales, a pesar de la influencia creciente de minoristas en la cadena de suministro.

Sus objetivos son nuevos niveles de productividad, eficacia de la línea de producción y nuevas ventajas competitivas. Los fabricantes de comidas y bebidas especializadas necesitan soluciones comerciales ágiles que les permitan mejorar su funcionamiento continuamente mientras manejan las realidades modernas de la producción. Sus sistemas informáticos deben diseñarse para reflejar las necesidades particulares de los procesos de negocio de su compañía, como por ejemplo:

- Calidad de los alimentos y seguridad
- Contención del costo
- Problemas de materiales
- Manejo del inventario
 - Producción continua
- Manejo de la complejidad de los canales
- Planificación y manejo de los cambios

Los sistemas estándar ERP solo pueden acercarse a los requerimientos necesarios. Pero existen sistemas de información que también permiten modelar procesos productivos en forma exacta y llevar un control de inventario. Los sistemas ERP contemplan funcionalidades como “Disponible a comprometer”, que considera las características de los materiales importantes en cada negocio, así como la planificación de las capacidades y los requisitos del cliente. Es necesario rastrear información sobre las variables que se quiere definir; por ejemplo, si está por contenido de grasa, calidad o tipo de empaquetado. Necesita manejar lotes o sublotos con muchos detalles a lo largo del proceso productivo. Trabaja con coproductos, derivados y reciclajes. En esta industria, rastrear significa mucho para poder manejar la calidad y el análisis de la producción”.¹⁹

1.2.5.2. Industria farmacéutica

“Actualmente pasa por un período de cambio mayor, caracterizado por la competencia aumentada, la globalización de la industria y una tendencia de fusiones y sociedades. Además, enfrenta varios desafíos internos y externos como altos costos de investigación y desarrollo, las regulaciones gubernamentales y severos requisitos de fabricación y distribución. Una compañía farmacéutica depende de los datos provenientes de cada tramo de la cadena de suministro: los recibos de inventario, los resultados de las pruebas de calidad, los pagos para las compras, el registro de la producción, la demanda de los clientes, los embarques y las facturas, los pagos de los clientes, el mantenimiento de los equipos, las inversiones y los impuestos, por mencionar algunos. Sus sistemas informáticos deben diseñarse para reflejar las necesidades particulares de los procesos de negocio de la compañía. Los productos y procesos deben ser exactos o simplemente no les servirán. Sus

¹⁹ GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 20-21

sistemas de información deben apoyar ese nivel de detalle, aparearse a sus procesos industriales específicos y promover la exactitud que su mercado demanda. Deben brindar soporte para los coproductos, derivados, reciclajes y normas de drogas peligrosas.

Se puede contar tanto con un manejo de materiales como contabilidad. En el ámbito de la producción se puede tener específicamente un buen manejo de concentración (identificación del producto), rastreo por lote (control por fecha, manejo de componentes obsoletos), clasificación (cuarentena electrónica), validación electrónica y seguridad (registro de las pruebas y auditoría), salida de cuarentena por usuario y tipo del material, flexibilidad e integración abierta, entre otras actividades”.²⁰

1.2.5.3. Industria química

“La manufactura química es diferente en todos los aspectos de la manufactura simple y discreta. Las compañías productoras están bajo la presión de brindar un servicio al cliente más flexible, con valor agregado; contener los costos, obedecer los severos requisitos reguladores y perfeccionar el uso de los recursos. Los márgenes de ganancia son pequeños y una atención exacta a la calidad y los detalles aumentará sus oportunidades de éxito. Perder de vista los detalles puede llevar a la compañía a preocupantes riesgos. Sus sistemas de información deben ayudarle a controlar sus procesos industriales químicos. Los sistemas de información de una compañía química dependen de datos de cada parte del negocio: las recepciones de inventario, los resultados de pruebas de calidad, los pagos para las compras, los registros de la producción, los pedidos del cliente, los envíos y las facturas por ventas, los pagos de los clientes, el

²⁰ GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 21

mantenimiento de los equipos, las inversiones, los impuestos y mucho más. Sus sistemas de información deben diseñarse para reflejar las necesidades particulares de los procesos de negocio de su compañía. Por eso, los sistemas deben ser capaces de ayudar a la empresa en cuestiones como:

- Soportar los procesos asociados a coproductos, derivados y reciclajes
- Análisis de costos y rendimientos
- Manejo de trazabilidad, lote y sublote, unidades múltiples de medida
- Identificación del producto
- Concentración
- Facilidad de uso, flexibilidad

Esta industria requiere un sistema de información que le ayude a modelar sus procesos, diseñado para tal fin. El sistema también debe ayudarle a integrar los diferentes niveles en su proceso productivo y con los sistemas corporativos, como las finanzas y recursos humanos a los sistemas de producción. Debe ser bastante simple y amigable para los usuarios no técnicos, pero robusto para los usuarios poderosos.²¹

1.2.5.4. Industria de la celulosa y el papel

“La industria de celulosa y papel atraviesa por cambios significativos. Los fabricantes dejaron de concentrarse únicamente en el aumento de la producción. La globalización ha aumentado la importancia de la logística por el aumento de la competencia de los países emergentes. Para continuar creciendo, las compañías deben tomar decisiones comerciales radicales sobre el despliegue de

²¹ GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 21-22

su capacidad sin amenazar la capacidad existente de su producción. Entre sus objetivos están:

- Satisfacer constantemente la demanda cambiante del cliente. Los productos entregados deben cumplir las especificaciones físicas y químicas.
- Oportunidad y precio. Con tanta variación en la demanda del cliente, conseguir que sus productos se comercialicen rápida y rentablemente es un desafío mayor.
- Flexibilidad para reaccionar a los cambios comerciales, tener soporte para productos según especificaciones de cada cliente en sus sistemas informáticos.

Manejar los productos en la industria del papel con sistemas tradicionales requiere una nueva definición del producto para cada orden, con códigos de artículos separados para identificar los requisitos específicos de cada cliente. Esto produce una alta sobrecarga del sistema para la creación de la orden y su control posterior; una base de datos excesivamente grande y contaminada con bastantes artículos obsoletos y sin usar, y un desafío para la planificación muy grande. Los más avanzados sistemas ERP abordan estos problemas con una solución especializada para la industria, que simplifica funcionamientos, reduce costos y mejora el rendimiento y servicio al cliente. Los beneficios incluyen mejora del servicio al cliente, de la eficacia y visibilidad, soporte rápido, mayor flexibilidad en el manejo del rendimiento, reducción de los niveles de inventario y mejores márgenes de ganancia. Los sistemas ERP ofrecen toda la funcionalidad específica a la industria, permiten definir un producto básico y asignar atributos según las especificaciones del cliente, como forma de los productos, ancho,

largo, peso, brillo, opacidad, alcalinidad, terminado de la superficie y color. Un control de inventario que permite analizar el inventario en un nivel global (calidad) o llegar a un nivel detallado.”²²

1.2.5.5. Sector público

“Las instituciones públicas entregan una gran cantidad y diversidad de servicios a las personas, que llevan implícitos mecanismos de control muchas veces anticuados y engorrosos, lo que hace lenta la entrega de estos. Los sistemas ERP pueden ayudar a mejorar el servicio entregado, dado los restringidos presupuestos con que funcionan. Además, facilitan de manera radical el servicio electrónico al público a través de Internet y, por ende, las comunicaciones, al conectar las instituciones de la administración pública entre ellas y con la ciudadanía. Todo esto se traduce en servicios más expeditos y menores costos transaccionales.”²³

1.2.5.6. Sector bancario e instituciones financieras

“El mercado bancario y, en general, el de las instituciones financieras, es muy competitivo y vertiginoso. Las empresas deben adaptarse de forma rápida a los cambios; existen márgenes pequeños entre los competidores, los clientes cada vez se vuelven más exigentes y menos leales. Las aplicaciones de un ERP permiten obtener un alto rendimiento en lo que respecta al planeamiento estratégico, la contabilidad financiera, costos y control de calidad, y combinan los componentes de la administración de riesgo y de la relación con los clientes.

²² GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 22-23

²³ *Ibid*

Un ERP da las herramientas para manejar con un gran alcance las actividades base del ambiente financiero-bancario mediante la integración de los módulos de control de costos y contabilidad financiera. Da a los usuarios de la información, tanto internos como externos, los recursos para que desarrollen sus tareas de manera óptima. El éxito de una implementación de un sistema ERP en este tipo de empresas dependerá de los resultados finales que se obtengan ante los dos tipos de usuarios”.²⁴

1.2.5.7. Sector educación

“La educación se ha convertido en un negocio de rentabilidades atractivas para los inversionistas, lo que ha traído consigo una alta competencia. Para sobrevivir, las instituciones educativas deben responder a las expectativas y necesidades de los estudiantes, funcionarios y entidades reguladoras de la educación.

Existen sistemas ERP que entregan herramientas específicas y sofisticadas para la administración de este negocio, de manera que los centros de educación tengan un desarrollo académico satisfactorio con respecto a sus objetivos planteados y las normas exigidas”.²⁵

²⁴ GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 23

²⁵ GALLARDO, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestión empresarial*. p. 23-24

2. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS SISTEMAS ERP

Con la globalización, la mayoría de las empresas están inmersas en un proceso de mejora continua e innovación. Esto ha llevado a la implementación de proyectos de sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) y a sistematizar todos los procesos mediante una reingeniería total de roles y funciones del personal existente.

2.1. Planteamiento del problema

La implementación de estos proyectos representa grandes desafíos porque al no hacerlo de manera correcta puede llevar al fracaso, tanto del proyecto como de los procesos de la empresa. El mayor problema al implementar un proyecto de sistema ERP es no tomar en cuenta los aspectos críticos que afectan el desarrollo del proceso o no evaluar los factores asociados al éxito de los mismos. Por consiguiente, en la práctica existen muchos fracasos.

En este trabajo de graduación se hace énfasis en el proceso previo a la implementación de un sistema ERP, para reducir los riesgos de fracaso.

2.2. Propósito

Evidenciar los factores asociados que se deben tomar en cuenta cuando se migra del sistema actual a un *Enterprise Resource Planning* (ERP) de clase mundial. Se espera establecer los conceptos y actividades que deben manejarse para tener un control estricto de costos, gastos e inversión. Además, analizar los

factores de evaluación para el éxito de la implementación del proyecto de un sistema ERP.

2.3. Justificación

Los sistemas ERP se utilizan frecuentemente en empresas con tendencia al crecimiento. Por consiguiente, para que el proceso de expansión y automatización se realice de una manera controlada y eficiente, es muy importante tomar en cuenta los factores asociados.

Este monitoreo y evaluación de los factores que inciden en la puesta en marcha de un proyecto de implementación de sistema ERP es imprescindible porque de estos depende su éxito. Evaluar antes de la implementación permite a) un análisis sistemático de los posibles riesgos, b) programar evaluaciones por desarrollar durante el estudio y c) evaluar qué equipo es necesario para el correcto funcionamiento del sistema. Esto genera un valor agregado en beneficio de la empresa, ya que asegura que la inversión tenga el mínimo de riesgos para reducir el fracaso. Se toman en cuenta todos los elementos a lo largo del proceso y se analizan los aspectos que se enumeran a continuación: a) aplicación de cuestionarios en áreas funcionales para determinar las necesidades de la empresa, b) herramientas de evaluación de proveedores, c) herramientas de evaluación del equipo ideal de acuerdo con la carga de trabajo de las áreas y d) casos de uso.

Este trabajo de graduación tiene como finalidad describir los pasos que se deben seguir en la evaluación, por medio de una relación de los conceptos teóricos con la práctica mediante cuadros con evaluaciones de proveedores y equipos propuestos, con base en las cargas de las áreas de la empresa.

El proceso para un proyecto de implementación de sistema ERP ha evolucionado de distintas formas, pero todos los sistemas guardan algo en común: lograr el éxito de la implementación. Es por lo que muchos autores han investigado y propuesto soluciones antes, durante y después de la implementación de un proyecto de sistema ERP para garantizar su eficiencia.

Antes de la implementación, para asegurarse de que todos los factores críticos sean tomados en cuenta para evitar imprevistos y riesgos innecesarios; durante la implementación, para establecer el avance del proceso; y después de la implementación, para realizar una evaluación objetiva previa a la entrega de los resultados y tomar las acciones correctivas necesarias.

De las experiencias en la implementación de estos proyectos por parte del autor se han realizado sistematizaciones para futuras implementaciones. Estas representan lecciones aprendidas, aspectos de mejora y casos de éxito. Después de evaluar distintos puntos de vista surge la importancia de iniciar un proyecto de implementación de sistema ERP con las evaluaciones de los elementos que este abarca; es decir, personas, procesos, software y hardware.

2.4. Importancia de la evaluación de las áreas de trabajo

Uno de los puntos por tomar en cuenta en el proceso de implementación de un sistema ERP en una empresa es la evaluación en cada área de trabajo. Se determinan así muchos aspectos y, por medio de la herramienta adecuada, se extrae toda la información relevante de las diferentes áreas de negocio, que servirán como elementos de entrada (*input*) en la evaluación y determinación del sistema ERP que se desea implementar.

Con lo anterior se busca determinar por qué la empresa necesita un ERP. En este ámbito se considera lo siguiente, de acuerdo con González Ladrón:

- Integración: las empresas que tienen un manejo aislado de la información generada en las distintas áreas de trabajo necesitan una solución global que integre y organice los datos para que, de forma oportuna, apoye la toma de decisiones. Además, que aporten soluciones en función de sus requerimientos particulares. La integración de la información en un ERP se realiza por medio de módulos que gestionan la información de acuerdo con las necesidades de la empresa.
- Competitividad: para mantenerse y ser competitivas, las empresas requieren continuas reducciones de costos, ya sea de producción, comercialización o administración. Esto permite que aumenten constantemente su productividad y crezcan hacia nuevos planteamientos de negocio, como *Customer Relationship Management* (CRM), *e-business*, etc.
- Control: la gerencia puede comprobar fácilmente que los parámetros más representativos de funcionamiento de la empresa se encuentran dentro de los márgenes preestablecidos. La gestión de costos y productividad quedan totalmente a su disposición.²⁶

Las anteriores constituyen las tres razones por las que las empresas optan por una solución ERP.

2.5. Ventajas de los ERP

Las ventajas que con más frecuencia mencionan los empresarios y sus consultores acerca de la incorporación de un sistema ERP son:

²⁶ GONZÁLEZ LADRÓN, Fernando. *Factores de Éxito en la Implantación de ERP en las Organizaciones*. p. 833

- Integración de las áreas funcionales de la empresa.
- Almacenamiento de toda la información de la empresa en una base de datos única, disponible para todas las áreas de negocio.
- Disponibilidad y actualización de la información en tiempo real.
- Reducción de los costos administrativos y de operación, muchas veces asociados a actividades que tal vez estaban duplicadas o no estaban automatizadas, lo cual reduce los tiempos de operación.

2.6. Inconvenientes y limitaciones de los ERP

Estos sistemas presentan algunas desventajas que se deben analizar. A continuación, se enumeran las principales limitaciones:

- El costo de inicio o inversión en tecnología es alto para las empresas. Solo será de beneficio si se elige el nivel de tecnología apropiado según un análisis de costo-beneficio de la situación actual contra los escenarios operativos futuros.
- La dependencia de un proveedor de tecnología representa una gran desventaja cuando se implementa un ERP desarrollado a la medida.
- La complejidad de la implementación define el grado de involucramiento de la organización. Una implementación compleja que involucra a toda la organización tendrá un costo que va más allá del software y el hardware porque abarcará otros aspectos como formación del recurso humano,

desviación del mismo a otras funciones y costo alto de mantenimiento correctivo o evolutivo.

- Costo de los cambios por actualización de versiones de la herramienta ERP, ya que sin esto probablemente el nivel soporte que puede brindar el proveedor será deficiente o nulo, según las políticas de soporte.

2.7. Factores importantes en la implementación de un ERP

“La implementación de un ERP supone un cambio en los procesos de la empresa, es un cambio organizacional planeado, una nueva forma de hacer negocios, de trabajar en conjunto, comprende cambios en los puestos de trabajo, habilidades y nuevas competencias laborales. Según la filosofía socio tecnológica, no puede instalarse una nueva tecnología sin considerar a las personas que deben trabajar con ella, por tanto, la implementación del ERP implica el rediseño de la institución”.²⁷

De acuerdo con González Ladrón, los factores de éxito para la implementación de un sistema ERP se centran en lo siguiente:

- Compromiso de la alta gerencia.
- Reingeniería de los procesos existentes.
- Integración del ERP con los otros sistemas de información.

²⁷ GONZÁLEZ LADRÓN, Fernando. *Factores de Éxito en la Implantación de ERP en las Organizaciones*. p. 833

- Selección y dirección de los consultores.
- Formación de los empleados en el nuevo sistema.
- Nombramiento de un equipo de implementación mixto dirigido por un alto directivo.
- Dedicación permanente a la planeación del proceso de implementación.
- Diseño del uso de consultores.
- Transferencia del conocimiento de los asesores externos al personal de la empresa.
- Planificación detallada de la formación de los usuarios.²⁸

Ya que todavía no se ha determinado los factores de éxito de las implementaciones de ERP de forma clara, estos variarán de acuerdo con el tamaño de la organización. Según criterio del autor, en el caso de las empresas grandes se recomienda que estas busquen una solución ERP que integre los departamentos de la empresa; mientras, las pequeñas y medianas podrían considerar adoptar los sistemas ERP estándar. Además, recomienda que estos factores se deben evaluar para garantizar el éxito de la implementación del sistema ERP:

²⁸ GONZÁLEZ LADRÓN, Fernando. *Factores de Éxito en la Implantación de ERP en las Organizaciones*. p. 836

- Alcance del proyecto: unidades de negocios y módulos de acuerdo con el análisis de necesidades.
- Contribución del proyecto: si el sistema agregará valor al giro del negocio. Por ejemplo, automatización de procesos en unidades de negocios.
- Adaptación a la organización: se adapta a la organización e industria en que opera, a los procesos, estándares, tecnología y crecimiento de esta.
- Evaluación del personal: se cuenta con el recurso humano con las competencias necesarias, se define el plan de formación y los usuarios clave.
- Análisis de costos y riesgos: la inversión tecnológica es escalable y los consultores presentan análisis financieros de la inversión. Se considera la mitigación del riesgo.

3. EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS ERP

Cuando la organización, a través de la gerencia general y de sistemas, plantea la estrategia de migración a un nuevo sistema ERP, es cuando los comités de análisis desconocen la metodología de evaluación para escoger entre tantas herramientas de ERP disponibles en el mercado tecnológico. En este trabajo de graduación se explicarán los factores por evaluar para garantizar que el sistema sea el correcto. Constituyen, en conjunto, una metodología práctica y útil para definir las necesidades de la organización respecto al nuevo sistema por implementar, que son los cuestionarios que se usan en toda la organización.

3.1. Determinar los cuestionarios

Se debe determinar los cuestionarios adecuados para las áreas de la compañía en función de los sistemas por evaluar. Los cuestionarios se aplican a los colaboradores de mayor experiencia en la empresa, por ser los usuarios clave de los procesos. Una de las maneras para realizar las evaluaciones relacionadas a la efectividad de un sistema consiste en seleccionar cuestionarios. De acuerdo con Sánchez y Ortiz Ospino, estos pueden clasificarse bajo criterios que se utilizan para determinar lo siguiente:

- Procesos de las áreas de trabajo
- Tiempos de las actividades
- Identificación de actividades duplicadas
- Identificación de actividades no automatizadas

- Porcentaje de trabajo manual que se hace para completar un entregable
- Soporte del sistema
- Confiabilidad de la información
- Flexibilidad del sistema actual en la interacción con otros sistemas
- El rendimiento del sistema actual es el adecuado
- La selección de la información del sistema actual es fácil de obtener
- El sistema actual tiene diferentes maneras de obtener la información que se necesita
- La información obtenida es confiable y consistente para el análisis y toma de decisiones
- El sistema actual es escalable
- El tiempo de capacitación para una persona nueva es adecuado en el sistema actual
- El sistema actual permite cambios en su código fuente
- El sistema actual soporta el crecimiento de la organización
- La información que se obtiene del sistema actual se utiliza para la toma de decisiones estratégicas dentro de la organización.
- Las ampliaciones en el sistema actual son atendidas en tiempo
- El tiempo de atención un requerimiento de mejora al sistema actual es el adecuado²⁹

Los aspectos enumerados son los principales que se obtienen al tabular los resultados de los cuestionarios que se pasan a cada área de trabajo dentro de la

²⁹SÁNCHEZ, Paola. *Metodología para la Comparación de Sistemas ERP*. p. 353-356

organización. Una vez obtenidos los resultados tabulados, se evalúan los criterios más relevantes de los cuestionarios.

De acuerdo con lo descrito, hay herramientas de evaluación y una vez se obtiene la información de los cuestionarios, se tabula y procesa. Estas herramientas ayudan a realizar el análisis para luego decidir sobre los siguientes pasos por seguir.

Al contar con el análisis obtenido, el comité de análisis de la empresa recomienda el sistema ERP de acuerdo con los resultados obtenidos de los cuestionarios tabulados y selecciona el ERP de mayor a menor que mejor se adapta, tomando en cuenta los requerimientos de información del sistema actual. En este proceso definitivamente se debe tomar en cuenta factores como los costos de implementación, licenciamiento, mantenimiento y los procesos de negocio de los sistemas ERP recomendados.³⁰ Esto debe basarse en el tamaño de la compañía, los planes de crecimiento y la información necesaria para la toma de decisiones estratégicas que apoyen dicho crecimiento.

3.2. Aspectos importantes por considerar del nuevo sistema

La elección de un software ERP implica una inversión razonable. “Por esta razón es muy importante conocer todos los beneficios que puede aportar un software de gestión empresarial o ERP antes de instalarlo”.³¹ El análisis de los beneficios garantizará que puede cubrir totalmente las necesidades de la empresa y que se toma la decisión acertada, ya que la herramienta de gestión

³⁰ GONZÁLEZ LADRÓN, Fernando. *Factores de Éxito en la Implantación de ERP en las Organizaciones*. p. 834-835

³¹ QUONEXT.COM. *Factores a tomar en cuenta antes de instalar un ERP*.

tiene que durar muchos años activa en la organización; es decir, ser escalable. No se debe descuidar todos los aspectos relacionados, como los siguientes:

- Comunicación de datos: permite determinar el nivel de transmisión de información que tiene una determinada herramienta. Establece lo accesible de la información y el grado de interactividad.
- Procesamiento distribuido: hace referencia a que los componentes del sistema están distribuidos en servidores o procesadores diferentes. Permite dar una idea acerca de la efectividad, accesibilidad y complejidad del sistema.
- Entrada de datos *on-line*: bajo este criterio se cuantifica la entrada de datos en línea prevista para el sistema.
- Diseño para la eficiencia de usuario final: esta métrica hace énfasis en la amigabilidad del sistema y su facilidad de uso, buscando aumentar la eficiencia del usuario final. Se orienta a evaluar aspectos fundamentales como la ayuda para la navegación, menús, documentación y ayuda *on-line*, movimiento automático del cursor, *scrolling* vertical y horizontal, impresión remota, soporte multilingüe, entre otros.
- Actualización *on-line*: es una medida de las posibilidades de actualización en línea de los archivos lógicos internos que tiene el sistema.
- Puestos múltiples: esta medida hace referencia a si el sistema ha sido específicamente proyectado, diseñado y mantenido para ser instalado en múltiples equipos de una organización o para múltiples organizaciones.

- **Facilidad de cambio:** mide si el sistema ha sido específicamente proyectado y diseñado mediante módulos o vistas, que faciliten su mantenimiento. Se orienta a evaluar aspectos funcionales como las facilidades de consultas e informes flexibles para atender necesidades simples, medias o complejas y la efectividad en los cambios.
- **Funcionalidad:** el software de gestión empresarial ERP está formado por diferentes módulos. Estos tienen como objetivo cubrir un área determinada de la organización. Será la organización la que decidirá qué módulos son los que mejor se pueden adaptar a las necesidades por cubrir. Es crítico que el ERP elegido sea compatible con la organización.

3.3. Factores por evaluar para elegir un sistema ERP

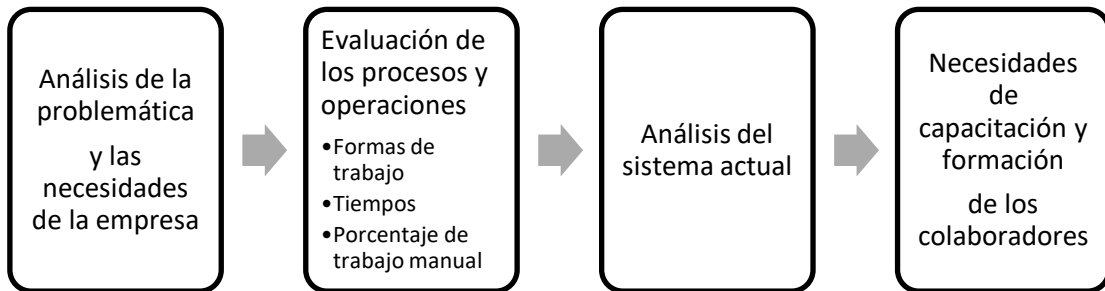
De acuerdo con la experiencia del autor, para evaluar un ERP de clase mundial, las empresas en el contexto actual deben realizar:

- **Un análisis de la problemática y las necesidades de la empresa:** precisa integrar una mesa técnica con los líderes y mandos medios. Esto no solo constituye una fuente primaria de información crítica para la organización, sino que los hace sentir parte del proceso desde el inicio hasta el fin.
- **Una evaluación de los procesos y operaciones:** la información se debe recopilar de primera mano de los colaboradores y formar un inventario. Con este fin se deben diseñar cuestionarios para determinar:
 - formas de trabajo,
 - tiempos,
 - porcentaje de trabajo manual.

En este proceso se debe identificar qué se está haciendo bien y qué se debe mejorar con el sistema ERP. En el entorno guatemalteco, las empresas no tienen departamentos de investigación y desarrollo, manuales de procedimientos, entre otros, de donde se pueda extraer esta información. Al no contar con esta información, documentarlos resultaría en demoras en el logro del objetivo del ERP. El diseño de cuestionarios ayudará a documentar donde haga falta.

- Un análisis del sistema actual: los participantes del proyecto deberán indicar las características, fortalezas y debilidades del sistema actual. Existen diversas herramientas que la organización ha utilizado, pero de forma aislada. En esta etapa se espera realizar un inventario y determinar áreas que funcionan bien y que se puede mejorar.
- Las necesidades de capacitación y formación de los colaboradores: se debe evaluar si se cuenta con el personal cualificado para la correcta implementación del ERP. Debe determinarse al equipo interno del proyecto y los servicios que se tercerizarán. También debe considerarse la etapa de inducción para los usuarios finales o clientes internos y externos, dependiendo del alcance del ERP.

Figura 3. **Pasos de la etapa de evaluación para la implementación de un ERP de clase mundial**



Fuente: elaboración propia.

Estos pasos pueden adaptarse para cualquier tipo de organización en cualquier industria. Constituyen una orientación para ayudar a las organizaciones actuales en el proceso de selección de ERP, de acuerdo con las experiencias y lecciones aprendidas del autor como consultor en el área de implementación de sistemas ERP.

Los factores que se deben tomar en cuenta para elegir un ERP se incluyen en la tabla II.

Tabla II. **Matriz para evaluación de sistemas ERP**

Aspectos de Evaluación	Requisitos de cumplimiento	Criterios de selección
Procesos de negocios	Alcance del proyecto	Los procesos de negocio propuestos cumplen con los requisitos de la organización en cuanto a alcance y los módulos son los que se necesitan.
	Contribución a la cadena de valor	La implementación del ERP implica un valor agregado a cada proceso de negocios involucrado.
	Estandarización de procesos	La brecha entre los procesos de la organización y los procesos de negocio propuestos es aceptable.

Continuación tabla II.

Tecnológicos	Flexibilidad, adaptabilidad y escalabilidad del sistema	La conectividad e interacción con otros sistemas es flexible y fácil de adaptar.
	Cumplimiento con los estándares de la organización	La infraestructura propuesta del sistema es adecuada y cumple con los estándares de la organización
	Personal involucrado	El personal es cualificado y la cantidad de consultores es adecuada.

Continuación tabla II.

Financieros	Análisis de costos	Se tiene claramente definidos todos los costos: adquisición, operación y mantenimiento, ocultos y de transición en el valor del costo total de propiedad (CTP)
	Análisis de costo-beneficio	Se conocen los costos relacionados con cada beneficio y el valor presente neto (VPN) tiene una relación positiva donde los beneficios son más altos que los costos. Esto mismo se refleja en el retorno de la inversión (ROI) positivo que se espera y que debería presentar el proveedor en la propuesta de ERP.
	Análisis de riesgos	Se establecen los riesgos y se plantean medidas de mitigación para minimizarlos.

Fuente: elaboración propia.

4. EVALUACIÓN PARA LOS PROVEEDORES DE CONSULTORÍA

La selección del proveedor del sistema ERP o empresa consultora después de la selección del ERP es uno de los elementos que contribuyen a obtener un resultado exitoso en la implementación de los sistemas ERP, ya que constituyen un apoyo a la inversión. Esta evaluación comienza desde la lista de proveedores hasta la negociación final.

4.1. Elementos importantes para la selección del proveedor

Los elementos que se deben considerar para seleccionar un proveedor de ERP son muchos y variarán según el tipo de proyecto de implementación. Sin embargo, de acuerdo con la experiencia del autor para agilizar el proceso de toma de decisión, en este aspecto se debe tener disponibles estos elementos:

- Documento de requerimiento: la empresa que solicita los servicios de una consultora debe elaborar un documento de requerimiento para enviar a los proveedores. Este documento permitirá recibir propuestas u ofertas estandarizadas de los diferentes proveedores de los sistemas ERP. El documento debe incluir:
 - Tiempo aproximado de la implementación
 - Inicio del proyecto
 - Salida en vivo o *go live*
 - Alcance del proyecto

- Módulos por implementar
 - Procesos de negocios que abordará
 - Costo del proyecto
 - Costo del servicio
 - Costo del licenciamiento
 - Equipo de implementadores
 - Lista de consultores
 - Hojas de vida de los consultores
 - Referencias de los consultores
 - Referencias de otros proyectos
- Lista de proveedores: después de la búsqueda de proveedores se elabora una lista. Se sugiere crear una matriz de los proveedores como la que se presenta en la tabla III. Se emplean nombres de sistemas ERP con fines ilustrativos.

Tabla III. **Matriz de proveedores**

Proveedor	Sistemas ERP	Persona de contacto	Dirección	Teléfono	Correo electrónico
Proveedor A	SAP	Gerente de proyecto A			
Proveedor B	JD Edwards	Gerente de proyecto B			
Proveedor C	Microsoft Dynamics	Gerente de proyecto C			

Fuente: elaboración propia.

- Demostración de la herramienta: consiste en la demostración de la funcionalidad de la herramienta ERP en cuanto a la entrada, procesamiento y salida de información. Por ejemplo, la forma en que realiza procesos de negocios clave como cuentas por pagar, cuentas por cobrar, inventario, compras, entre otros aspectos. En esta etapa también se evalúa la demostración donde se recibe la retroalimentación del proveedor, alternativas y propuestas. Se espera que se presenten diferentes escenarios para los procesos de negocios que se han solicitado dentro del documento de requerimiento.

- Perfiles de proveedores: están conformados por el perfil general del proveedor. Este debe incluir:
 - Información general del proveedor
 - Trayectoria
 - Experiencia
 - Ubicación geográfica y sucursales
 - Capacidad de respuesta
 - Soporte
 - Inicial
 - Posterior
 - Cumplimiento con estándares de calidad.

- Aspectos financieros: comparación de precios y ofertas de servicio de los diferentes proveedores.
 - Costo de adquisición
 - Costo de implementación
 - Costo de mantenimiento
 - Costo de formación

- Costo de infraestructura

4.2. Factores para la selección de los proveedores de ERP

El comité de análisis, los encargados de la toma de decisiones o el equipo del proyecto debe recopilar las ofertas de servicio presentadas de acuerdo con los requisitos del documento de requerimiento. Para calificar a los proveedores se consideran estos aspectos:

- Propuesta económica: en esta se evalúa la oferta de los diferentes proveedores en cuanto a todos los costos y rubros de la oferta. El costo más bajo no es un criterio de decisión o, en contraposición, el costo más alto será el mejor. En la evaluación de proveedores algunos costos altos tienen mayor granularidad al contar con consultores separados encargados del control de calidad y otros pueden dar costos más bajos porque los mismos consultores de implementación llevan a cabo el control de calidad.
- Seguimiento: en este rubro se evalúa el involucramiento que el proveedor tendrá a lo largo del proyecto. La empresa consultora debe mantener un monitoreo y comunicación constantes sobre el avance de la propuesta que ha realizado de forma presencial o por medios de comunicación. Si en esta primera etapa de propuesta el proveedor mantiene un buen seguimiento, se espera que así sea durante el proceso de implementación. También se debe contactar a las referencias para que comprueben si el proveedor les dio seguimiento a los proyectos trabajados.

- Calificación de consultores: la calificación de la empresa consultora se lleva a cabo revisando la información del perfil general que fue presentado en el documento de requerimiento.
- Control de calidad en la implementación: se considera si el proveedor, después de la implementación, llevará a cabo el aseguramiento de calidad del proyecto. Pueden incluirse pruebas integrales, funcionales y técnicas.
- Propuesta de mejora del requerimiento: se evaluará si el proveedor ofrece un “producto extendido” o “valor agregado” respecto a los servicios solicitados. Esto incluye factores que la organización no había considerado y el proveedor recomienda u ofrece dentro de su propuesta de servicio. El proveedor excede los requisitos del proyecto al hacer recomendaciones y mejoras que permiten alcanzar de mejor forma el objetivo del proyecto.
- Referencias de proyectos implementados: el proveedor presenta referencias de otros proyectos en los que ha trabajado. Demuestra su experiencia y permite que se evalúe su desempeño pasado. En los proyectos instalados por el proveedor se hacen visitas de campo y se evalúa el desempeño del proveedor de ERP para la etapa de implementación y de seguimiento.

Para la selección del proveedor se recomienda elaborar un cuadro comparativo. Esta actividad consiste en extraer la información de las ofertas presentadas por los proveedores. A cada aspecto que se describió se le asigna un puntaje comprendido en un rango de 1 a 2, en donde 1= regular, 1,5 = bueno, 2 = excelente, o de acuerdo con una escala y ponderación particular para este

tipo de proyectos. El equipo del proyecto realiza las sumatorias correspondientes para seleccionar al proveedor de mayor puntaje, con un máximo de 10 puntos.

A continuación, se presenta la tabla IV con un cuadro comparativo de ejemplo que se recomienda utilizar para evaluar a los proveedores:

Tabla IV. **Calificación de proveedores**

Aspecto por evaluar	Valor	Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C	Proveedor D
1. Propuesta económica	2	1	2	0,5	1
2. Seguimiento al proyecto	1	1	1	1	0,5
3. Costo de implementación	1	1	1	0,5	1
4. Calificación de consultores	1	1	1	1	0,5
5. Control de calidad en la implementación	1	1	1	1	0,5
6. Propuesta de mejora del requerimiento	2	1	2	2	1
7. Referencias de proyectos implementados	2	1	1	2	0
Calificación	10	7	9	8	4,5
Proveedor seleccionado			Ganador		

Fuente: elaboración propia.

5. DETERMINACIÓN DEL EQUIPO ADECUADO

En un sistema ERP es muy importante la determinación del equipo o *hardware* que se debe utilizar para que el sistema funcione de forma óptima y responda a los requerimientos determinados por la empresa consultora. Para esto se debe hacer un estudio de dimensionamiento del *hardware*, *software* y de todos los elementos que conforman el sistema. El estudio de dimensionamiento o *sizing* consiste en determinar las cargas de trabajo, usuarios del sistema, contratos de soporte técnico y servidores. Según la empresa SAP, *sizing* “es un proceso iterativo para traducir los requerimientos de negocios en requerimientos de *hardware*”.³²

5.1. Determinación de cargas de trabajo por área

A partir de la definición de carga de trabajo en el ámbito informático como un “conjunto de todas las peticiones que el sistema recibe de su entorno durante un tiempo dado”³³ se explicará cómo se determinan las cargas de trabajo. Otro factor importante en una implementación es elegir la infraestructura del Sistema ERP y las cargas de trabajo por área son un parámetro de decisión.

Se recomienda utilizar las herramientas de “*sizing*”. El *sizing* es una herramienta tecnológica que le permite a la empresa el dimensionamiento de los requerimientos de infraestructura. El tamaño del hardware y la base de datos está influenciado tanto por los aspectos comerciales como por los aspectos

³² SAP.COM. *Sizing*. p.1

³³ Departamento de Informática, ETSII. *Evaluación y Explotación de Sistemas Informáticos*. p. 1

tecnológicos. Esto significa que se debe tener en cuenta el número de usuarios que utilizan los diversos componentes de la aplicación y la carga de datos que ponen en la red.

En la práctica, la herramienta de *sizing* requiere las *inputs* (entradas) por día o por mes calculadas por hora hombre (HH) históricas de por lo menos un año. Además, requiere el número de usuarios de cada módulo. Luego, la herramienta, con base en estos datos, genera un resultado en términos de la terminología del ERP; por ejemplo, para SAP genera el número de SAPS. Los SAPS significan *SAP Application Performance Standard* o Estándar de Rendimiento de la Aplicación SAP. Es la medida que, independientemente del hardware, describe el rendimiento de una configuración en SAP. Se derivan del *Benchmark* (prueba de rendimiento) de Ventas y Distribución (SD), donde 100 SAPS se define como 2 000 partidas de línea de orden procesadas en la empresa por hora. Técnicamente, este resultado se obtiene procesando 6 000 pasos de diálogo (cambios de pantalla), 2 000 registros por hora (h) en el Benchmark SD o 2 400 transacciones SAP.³⁴

También hay que considerar el crecimiento de las cargas de trabajo para que la infraestructura no necesite actualizaciones hasta el mediano y largo plazo, ya que esto es una inversión considerable.

5.2. Determinación del número de usuarios por área

Para determinar el número de usuarios se evaluarán las funciones que estén dentro del alcance de la implementación. Con base en esto se requerirá la estructura organizativa al departamento de Recursos Humanos.

³⁴ SAP.COM. *Sizing*. p. 1

Estudiar la estructura organizativa es importante y recomendable, ya que algunas herramientas ERP no son compatibles con la estructura organizativa, los procesos de negocios o la cultura de la empresa. La selección dependerá de cuán flexible sea la herramienta o la estructura organizativa para que los cambios e implementación no resulten complejos.

Se debe conocer el número de usuarios y prever un crecimiento, pues de este dependerá el licenciamiento.

Para el licenciamiento hay varios aspectos que considerar como:

- Términos y condiciones de licenciamiento
 - Período del licenciamiento
 - licencias perpetuas
 - licencias por módulo

- Modalidades de la infraestructura
 - *On Premise* (en las instalaciones): es la compra tradicional de software. Tiene la ventaja de que el hardware puede ser utilizado para otros procesos o recursos y los datos están dentro de la empresa. Pero el costo de propiedad es alto, por la adquisición de hardware.
 - *Software as a Service* (SaaS o software como servicio): el software funciona como una renta y se usa por el tiempo que se requiere. Los datos se guardarán externamente. No existe costo de propiedad porque no se adquiere hardware.

En la tabla V se encuentra una comparación de los sistemas *On Premise* y *Software as a Service (SaaS)*:

Tabla V. **Evaluación de infraestructura de los sistemas *On Premise* y *SaaS***

	<i>On Premise</i>	<i>Software as a Service (SaaS)</i>
Desarrollo	<p>Los datos se almacenan en servidores locales.</p> <p>La herramienta se instala en cada computadora, donde se requiere acceso a esta.</p>	<p>Los datos se almacenan en un <i>data center</i> del proveedor.</p> <p>Se tiene acceso a la herramienta desde Internet (explorador).</p>
Requerimientos técnicos	<p>Estaciones de trabajo</p> <p>Servidores de datos</p> <p>Sistema operativo compatible</p> <p>Servidores/discos duros de copia de respaldo, espacio (GB)</p> <p>Tarjetas de red y <i>switches/hubs</i></p> <p>Terminal/servidores para acceso remoto</p> <p>Computadoras de interfaz</p>	<p>Estaciones de trabajo (computadoras/dispositivos móviles)</p> <p>Conexión de Internet</p> <p>Explorador Web</p>
Seguridad de los datos	Responsabilidad local	Responsabilidad del proveedor

Continuación tabla V.

Precio y costos	<p>Cuota de licencias</p> <p>Cuota de mantenimiento</p> <p>Costos de <i>hardware</i> e infraestructura de TI CapEx</p> <p>Inversión inicial más alta</p> <p>Costos de <i>hardware</i> y de TI</p>	<p>Cuota de configuración única</p> <p>Precio de suscripción OpEx</p> <p>Inversión inicial menor</p> <p>No hay inversión en hardware</p>
Acceso desde cualquier sitio/móvil	No	Sí
Actualizaciones	<p>Actualizaciones menos frecuentes</p> <p>Complejidad por ser personalizados</p>	<p>Más frecuentes</p> <p>Cumplimiento con las regulaciones cambiantes</p> <p>Más escalabilidad</p>
Control de sistemas y datos	Personal de IT	Un tercero
Integración	Personalización	APIs
Implementación	El tiempo de implementación es más corto	La implementación toma más tiempo

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento:
 - Período de mantenimiento
 - Actualización y soporte del hardware

5.3. Contratos de soporte para servidores

El contrato de soporte para la infraestructura de servidores es muy importante. Se debe prestar especial atención ya que estos servidores se vuelven críticos para el funcionamiento de la compañía; por ejemplo, una interrupción en el acceso al sistema puede derivarse en cuantiosas pérdidas para la compañía. Según Intel³⁵, el *sizing* y selección de servidores es un elemento crítico para la estrategia de infraestructura de la planificación de recursos empresariales (ERP). Un *sizing* debajo del requerimiento requerirá renovar servidores en el curso de la operación, la interrupción significativa de las operaciones de negocios, una mayor complejidad logística y un mayor costo total de propiedad (CTP).

La confiabilidad, disponibilidad y facilidad de mantenimiento son los factores principales por evaluar para elegir un servidor para el ERP. Sin embargo, hay ciertos factores que pueden influir en la decisión de la plataforma de servidores.

5.3.1. Factores para la selección de la plataforma de servidores

Se recomienda elegir el servidor que provea el mayor soporte predecible al entorno del ERP. El servidor debe garantizar que no habrá interrupciones y tener el menor costo de propiedad. Los factores que influyen en la selección de la plataforma de servidores según Sudip de Intel son:

- Utilización promedio medida inicial
- Utilización medida máxima

³⁵ SUDIP, Chahal. *Sizing Server Platforms To Meet ERP Requirements*. p. 1

- Picos de demanda
- Proyecciones de crecimiento de la carga de trabajo
- Capacidades relativas de los servidores
- Ciclo de renovación de servidor
- Consideraciones avanzadas como *clustering* y fallos³⁶

Estos factores se deben considerar y evaluar combinados y en diversos escenarios para determinar qué servidores tendrán la mayor posibilidad de soportar el crítico entorno de los ERP.

5.4. Aspectos de los contratos de soporte de nivel de servicio

Después de la etapa de implementación se necesitará del soporte para el ERP. Los sistemas ERP son complejos e inevitablemente se presentarán dificultades para los usuarios, IT y habrá errores.

Los contratos de nivel de servicio (SLA) son clave para mantener al ERP con el mantenimiento y soporte de acuerdo con los requerimientos del sistema. Se podrá así cumplir con la actividad y operación del giro del negocio de la organización, la estructura organizativa, los procesos de negocios clave y globales, las funciones administrativas y toda la cadena de valor.

Los contratos de soporte se deben redactar claramente y garantizar el nivel de soporte que se requiere y espera para la organización, con el fin de garantizar la estabilidad del ERP. En el campo, se recomienda que estos contratos incluyan estos requisitos mínimos:

³⁶ SUDIP, Chahal. *Sizing Server Platforms To Meet ERP Requirements*. p. 3

- Tiempos de respuesta: los tiempos de respuesta del proveedor para cubrir una eventualidad. Normalmente son respaldados por fianzas de cumplimiento.
- Responsabilidades y obligaciones por interrupción de las operaciones del giro del negocio: otro aspecto que se toma en cuenta es cuánto dejó de vender la compañía en el tiempo que estuvo fuera de línea el sistema, o cuánto dejó de fabricar. Se puede llegar a un acuerdo con el proveedor sobre qué porcentaje de estas ventas no percibidas o tiempo de inactividad va a cubrir.
- Monitoreo y seguimiento: el proveedor monitoreará de alguna manera o dará seguimiento a las actividades en curso, presentes y solicitudes futuras.
- Entrenamiento o formación: se pactará dentro del contrato la formación del personal de áreas y procesos de negocios críticos, así como a los técnicos e IT.
- Métodos de contacto: teléfono, correo, chat o presencial.
- Disponibilidad del soporte: el horario en que se cuenta con soporte, por ejemplo, 24 horas los 7 días de la semana, o solo 5 días 8 horas al día.
- Personal de soporte: los requisitos en cuanto a calificaciones y experiencia del personal que dará soporte a la organización deben definirse dentro del contrato.

- Número de incidentes: establecer si existe un estándar sobre cantidad máxima de incidentes a los que brindará soporte el proveedor dentro del contrato.
- Horas máximas de soporte: se debe convenir si el soporte será por horas en un período determinado. Por ejemplo, horas al mes.

CONCLUSIONES

1. Para reducir los riesgos que lleven al fracaso en la implementación de un sistema ERP se debe realizar una evaluación apropiada. Por medio de esta se logran alcanzar los objetivos trazados y permite cumplir con los parámetros establecidos y esperados por el equipo que requirió el sistema.
2. Un factor determinante en una implementación es el proceso de formación de los usuarios clave de un nuevo sistema. De esta capacitación depende el buen desempeño y aporte a los procesos de negocios, específicamente los que estén alineados a los procesos de la herramienta o sistema ERP.
3. Un paso importante del proceso de implementación de los sistemas ERP es la selección de los proveedores. Incluye tres factores prioritarios y son:
a) que el proveedor cuente con conocimiento de procesos de negocios similares a la industria de la organización donde se implementará el ERP,
b) que tenga buenas referencias de proyectos que haya desarrollado antes y
c) las propuestas de mejora sobre la base de referencia del proyecto.
4. La importancia de un ERP es garantizar la continuidad del negocio mediante procesos verticales y horizontales que faciliten el crecimiento de la organización de forma estructurada e integrada en todas las unidades de negocio.
5. La evaluación del equipo permite determinar la infraestructura que necesita el sistema ERP para operar eficientemente. Los sistemas

On Premise y *SaaS* tienen ventajas y desventajas, pero el *SaaS* es el más rentable desde el punto de vista de la inversión inicial en equipo.

6. Una guía de pasos para evaluar de forma sistematizada un ERP garantizará el éxito de cualquier proyecto al proporcionar la información apropiada para tomar decisiones de selección que se adecuen a la realidad y objetivos del proyecto, así como la satisfacción de las necesidades identificadas, alta rentabilidad y menores costos.

RECOMENDACIONES

1. Que toda organización que desee implementar un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) lleve a cabo una evaluación apropiada y cumpla con los parámetros establecidos para reducir los riesgos del proyecto.
2. La evaluación se debe realizar en la fase de diseño del proyecto con el fin de minimizar los riesgos técnicos, humanos y financieros que implica la implementación de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) complejo y de clase mundial.
3. Diseñar un plan de formación y actualización que dé prioridad a los usuarios clave, mediante el cual se logrará la integración adecuada y amigable del nuevo sistema. La formación que tenga el personal es un factor determinante para el éxito de la implementación del sistema ERP.
4. A las organizaciones que planean implementar un sistema ERP, realizar un proceso exigente en la selección de los proveedores, asegurarse de que estos tengan experiencia documentada en relación con las implementaciones que hayan realizado o los procesos que han acompañado. Hacer visitas de campo.
5. Las evaluaciones como el *sizing* o dimensionamiento estándar de la herramienta se deben utilizar para estimar la inversión en infraestructura para implementación del sistema de planificación empresarial (ERP).

6. La aplicación de una guía de pasos para la implementación de un sistema ERP en 4 etapas esenciales: evaluación de la áreas de negocio, herramientas ERP, proveedores de consultoría e infraestructura para garantizar el éxito de la implementación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVITES, Juan. *Introducción a la Ingeniería de Sistemas*. [en línea] <<https://slideplayer.es/slide/5558811/>>. [Consulta: 26 de julio de 2019.] Universidad Wiener. 2015. 16 p.
2. BINGI, Prasad. *Critical Issues Affecting an ERP implementation*. [en línea] <http://carl.sandiego.edu/gba573/critical_issues_affecting_an_erp.htm>. [Consulta: 29 de julio de 2019.]
3. BUSTOS, Eduardo. *Sistemas Informáticos de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*. México. Centro de Estudios Universitarios Londres. 2003. 77 p.
4. CHIESA, Florencia. *Metodología para Selección de Sistemas ERP*. Reportes Técnicos en Ingeniería de Software. Vol. 6 No.1. Argentina. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento (CAPIS). 2004. 21 p.
5. CHORAFAS, Dimitri. *Integrating ERP, CRM, Supply Chain Management, and Smart Materials*. Estados Unidos de América: CRC Press LLC. 2001. 246 p.
6. DATADEC, *Es hora del ERP II o ERP Extendido*. [en línea] <<https://www.datadec.es/blog/es-hora-del-erp-ii-o-erp-extendido>>. [Consulta: 13 de agosto de 2019].

7. Departamento de Informática - ETSII. *Evaluación y Explotación de Sistemas Informáticos*. España: Universidad de Valladolid, 2010. 49 p.
8. GALLARDO FUENTES, Luis. *Sistemas ERP: Importancia de sus Aplicaciones en la Gestión Empresarial*. [en línea] <<http://repositorio.uchile.cl>>. [Consulta: 25 de julio de 2019.]
9. GONZÁLEZ LADRÓN, Fernando. *Factores de Éxito en la Implantación de ERP en las Organizaciones*. [en línea] <adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2002/tic/C098.pdf>. [Consulta: 30 de julio de 2019.]
10. Grupo Líder Consulting. *Qué es un ERP*. [en línea] <<https://www.liderit.es/>>. [Consulta: 30 de julio de 2019.]
11. MARKUS, Lynne. *The Enterprise System Experience-from Adoption to Success*. Estados Unidos. Pinnaflex Educational Resources, 2000. 36 p.
12. MUÑIZ, Luis. *Guía Práctica para la Selección e Implantación ERP: Enterprise Resource Planning o Sistema de Planificación Empresarial*. España : Planeta DeAgostini Profesional y Formación. 2004. 240 p.
13. MURRELL, Shields. *E-Business and ERP/Rapid Implementation and Project Planing*. Estados Unidos, Wiley. 2001. 280 p.

14. Project Management Institute. *PMBok Guide*. Fifth Edition. 2013. Estados Unidos. Project Management Institute, Inc. 589 p.
15. QUONEXT. [en línea] <<https://www.quonext.com/blog/factores-para-instalar-erp/2018>>. [Consulta: 29 de julio de 2019.].
16. RICO, Fermín. *Sistemas ERP. Metodologías de Implementación y evaluación de software*. España. Universidad de la Coruña, 2004. 514 p.
17. SALGUEIRO, Miguel Ángel Villarroel. *Evaluación y Explotación de Sistemas Informáticos*. [en línea] <<https://www2.infor.uva.es>> [Consulta: 29 de junio de 2019.].
18. SÁNCHEZ, Paola. *Metodología para la comparación de sistemas ERP para servicios logísticos portuarios*. Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 2015. 11 p.
19. SAP. *SAP Website*. [en línea] <<https://www.sap.com/about/benchmark/sizing.html>> [Consulta: 22 de julio de 2019.].
20. SUDIP, Chahal. 2010. *Sizing Server Platforms To Meet ERP Requirements*. Estados Unidos. Intel Information Technology. 2010. 12 p.
21. VALLE, Antonio. *Curso de Consultoría TIC. Gestión, Software ERP y CRM*. Estados Unidos. Createspace Independent Publishing Platform. 2015. 309 p.

22. WHATSON, Edward. *Using ERP Systems in Education*. Estados Unidos. Communications of the Association for Information Systems. 1999. 49 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Guía para la evaluación de un sistema ERP en cuatro etapas

La guía que se presenta a continuación describe los pasos relevantes que se debe tomar en cuenta en la implementación de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP). La guía se diseñó con la finalidad de que sea un apoyo en este proceso. Sin embargo, además de la aplicación de la guía, se recomienda tomar en cuenta la opinión de expertos para complementar el proceso de implementación.

Etapa	Evaluación
1	Áreas de negocio
	La evaluación de las áreas de negocio que se considerarán en el alcance permite obtener la información sobre las necesidades de la organización respecto al ERP.
	Qué
	Áreas de negocio
	Procesos de negocio
	Necesidades de la organización
	Evaluar el nivel de formación técnica
	Cómo
	Mesa técnica para análisis de la problemática y situación actual
	Cuestionarios para evaluar los procesos y operaciones
	Análisis de fortalezas y debilidades del sistema actual
	Evaluación de competencias del equipo interno de implementación

Continuación de apéndice 1.

	Resultado
	Esta evaluación debe dar como resultado todos los aspectos de proceso y tecnológicos que necesitan ser automatizados para que agreguen valor a las operaciones de la organización que implementará el sistema, así como los recursos humanos y materiales necesarios para alcanzar el objetivo de la implementación tecnológica.

Etapa	Evaluación
2	Herramientas ERP
	Debe considerarse las herramientas ERP de clase mundial que brinden soporte al crecimiento de la organización y ayuden a mantener la información integrada de todas las áreas de negocio para que esta apoye las decisiones gerenciales.
	Qué
	Aspectos de procesos de negocios
	Aspectos tecnológicos
	Aspectos financieros
	Cómo
	Requisitos del alcance del proyecto versus módulos
	Contribución a la cadena de valor/procesos
	Estandarización de procesos
	Flexibilidad, adaptabilidad y escalabilidad
	Cumplimiento de estándares de la organización
	Personal involucrado calificado y suficiente
	Análisis de costos
	Análisis costo-beneficio
	Análisis de riesgos
	Resultado
	Esta evaluación debe resultar en la selección de la herramienta ERP que mejor ayuda a alcanzar los objetivos de la implementación.

Continuación de apéndice 1.

Etapa	Evaluación
3	Proveedores de consultoría
	Evaluación de los proveedores que se considerarán durante el proceso de evaluación. Es importante tomar en cuenta a todos aquellos proveedores que tengan experiencia en la industria de la organización para que se conviertan en aliados estratégicos del negocio y aporten valor con su experiencia.
	Qué
	Propuesta económica
	Seguimiento al proyecto
	Costo de implementación
	Calificación de consultores
	Control de calidad de la implementación
	Propuesta de mejora del requerimiento
	Cómo
	Documento de requerimiento
	Listado de proveedores
	Demostración de la herramienta
	Perfiles de proveedores
	Aspectos financieros
	Resultado
	Esta evaluación debe dar la información necesaria para elegir al proveedor de consultoría que permita alcanzar los objetivos de la implementación tecnológica.

Continuación de apéndice 1.

Etapa	Evaluación
4	Infraestructura
	Evaluación de la infraestructura que dará soporte a la herramienta ERP elegida, los aspectos técnicos y de procesos, los contratos de nivel de servicio con el proveedor a fin de que se garantice que el sistema estará disponible sin interrupciones que afecten la productividad de la organización.
	Qué
	Cargas de trabajo por área
	Cantidad de usuarios por área
	Contratos de soporte para servidores
	Contratos de soporte de nivel de servicio
	Cómo
	Aplicación de herramientas de <i>sizing</i>
	Estudiar la estructura organizativa
	Escenarios de uso de servidores
	Definir requisitos de contratos de nivel de servicio (SLA)
	Resultado
	Esta evaluación debe dar información para la adquisición de infraestructura tecnológica o ajustar la existente a fin de que dé soporte a la herramienta ERP y para definir los contratos de mantenimiento y soporte con el proveedor del servicio.

Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1. Arquitectura de un sistema ERP



Fuente: Alvites, 2015.

