UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



IDENTIFICADORES DE RADIOFRECUENCIA EN CONTROL DE INVENTARIOS

INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JAVIER EDUARDO SOTO CASTILLO

PROMOCIÓN 2006-II

LIMA-PERÚ 2010

IDENTIFICADORES DE RADIOFRECUENCIA EN CONTROL DE INVENTARIOS

SUMARIO

El presente trabajo describe la metodología para optimizar las etapas de producción, almacenamiento y despacho mediante la aplicación de un sistema RFID.

La aplicación de esta opción tecnológica es necesaria por cuanto existe un deficiente control de inventario y trazabilidad para una empresa de industria alimentaria con fines de exportación. La empresa debe saber lo que tiene (inventario) y donde está (trazabilidad). Esto le beneficiaría además para la devolución de impuestos (conocido como drawback o restitución de derechos arancelarios).

La solución se logra mediante la aplicación de tecnologías de radio frecuencia (RFID) y de redes, combinadas a las aplicaciones informáticas, las cuales generan una gran sinergia capaz de brindar soluciones que permiten una mayor visibilidad de los productos a lo largo de la cadena logística y con esto se logra controlar los inventarios de manera eficiente y tener un control de trazabilidad (requerimiento mundial de Aseguramiento de Calidad), lo que empuja a la empresa a tener mayor competitividad.

En el informe es: a) descrito el comportamiento de una empresa productora, perteneciente a la industria alimentaria, que tiene como objetivo ser competitiva en el mercado exterior; b) establecido los elementos tecnológicos que brindarían un efectivo control de inventarios y trazabilidad, describiendo los procesos que se efectúan entre cada uno de los módulos implementados; c) definido los ajustes que se aplican en materia de programación de ciertos módulos basados en requerimientos establecidos por la empresa, además se explican las pruebas realizadas para poner a punto el sistema.

ÍNDICE

INTRO	ODUCCION	1
	TULO I ITEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA Descripción del problema	
1.2.	Objetivos del trabajo	3
1.3.	Evaluación del problema	3
1.4	Alcance del trabajo	6
1.5	Síntesis del trabajo	6
	TULO II CO TEÓRICO CONCEPTUAL Aspectos logísticos de producción, almacenamiento y despacho	
2.1.1	Control de Inventarios	7
2.1.2	Trazabilidad	9
2.2	Aspectos básicos del RFID	11
2.2.1	Etiquetas RFID	12
2.2.2	Lectores RFID	15
2.2.3	Comunicación entre la etiqueta y el lector	17
2.2.4	El Middleware	18
	TULO III DDOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA Caso de estudio	
3.1.1	Problemática	20
3.1.2	Áreas que intervienen en los procesos logísticos	21
3.1.3	Situación actual	21
3.2	Análisis de la solución	22
3.2.1	Fase 1 - Preparación Inicial – Preparación del proyecto	22
3.2.2	Fase 2 - Mapa de procesos (Business Blueprint)	23
3.2.3	Fase 3 - Realización	23
3.2.4	Fase 4 - Preparación final	24
3.2.5	Fase 5 - Inicio y soporte post-productivo	25
3.3	Aplicación del RFID al caso de estudio	25
3.3.1	Procesos que involucran al RFID	25
3.3.2	Adecuación de hardware y software	26

3.3.3	Pruebas al sistema	27	
	TULO IV EMA DE PROCEDIMIENTOS	28	
4.1	Relación de tareas		
4.2	Ejemplo de Fase I, Preparación inicial del proyecto	28	
4.3	Ejemplo Fase II, Business Blueprint	35	
4.4	Ejemplo de Fase III, Realización	36	
4.4.1	Antecedentes	37	
4.4.2	Objetivos	38	
4.4.3	Alcances	38	
4.4.4	Detalle funcional	39	
4.4.5	Especificaciones técnicas de desarrollo	42	
4.4.2 Objetivos			
		47	
ANEX CÓDIO	O B GO FUENTE	49	
BIBLI	OGRAFÍA	56	

INTRODUCCIÓN

El trabajo surge por la necesidad de optimizar las etapas de producción, almacenamiento y despacho mediante la implementación de un sistema RFID, para una empresa que experimenta el inconveniente de desconocer la cantidad y por consiguiente el valor de la mercadería que es parte del capital inmovilizado en sus almacenes, de tal manera que manejar una gran cantidad de inventario puede llevar a problemas de flujo de efectivo y además que limitar la cantidad del mismo puede ocasionar un problema de desabastecimiento derivando en una paralización del proceso productivo. La empresa pierde así competitividad en el mercado en el que se desenvuelve. La empresa debe saber lo que tiene (inventario) y donde está (trazabilidad).

Las opciones tecnológicas para el control de inventarios y la trazabilidad están entre el código de barras y el RFID, siendo este último mucho más eficiente por su versatilidad y ahorro de tiempo contra los procesos casi manuales del código de barra, ya que involucran mano de obra.

Para el caso de Studio presentado se adecua el RFID al ERP existente en la empresa (Enterprise Resource Planning). En el informe son establecidos los elementos tecnológicos que brindan un efectivo control de inventarios y trazabilidad, describiendo los procesos que se efectúan entre cada uno de los módulos implementados, describiendo los ajustes que se aplican en materia de programación para ciertos módulos bajo requerimientos determinados por la compañía productora.

Respecto al alcance del trabajo, es explicada la metodología para implementación de un sistema RFID para la optimización del inventario y trazabilidad de las etapas de producción, tomando como ejemplo (caso de estudio) a una empresa perteneciente a la industria alimentaria que tiene cómo proyección servir al mercado externo. El caso de estudio presentado sirve cómo base para la descripción de la implementación del sistema RFID y de las adecuaciones de diseño (software) en ciertas etapas del sistema.

El trabajo es realizado gracias a la experiencia del graduando en la empresa IBM, en donde se desempeña cómo analista de sistemas. El graduando es el encargado de realizar consultorías de procesos y es parte del equipo de desarrollo.

El informe está dividido en cuatro capítulos. El primer capítulo Planteamiento de ingeniería del problema, es descrito el problema y el objetivo. Es evaluado el problema justificando su solución y son establecidos los alcances del trabajo. Finalmente se hace

un resumen de lo que se desarrolla en el diseño de la solución.

En el segundo capítulo, Marco Teórico, son desarrollados dos puntos esenciales, 1) Los aspectos logísticos de producción, almacenamiento y despacho (El control de Inventarios y la trazabilidad); 2) Aspectos básicos del RFID (Etiquetas RFID, Lectores RFID y la comunicación entre la etiqueta y el lector RFID).

En el tercer capítulo 1) es presentado el caso de estudio en donde es descrito a) la problemática, b) las áreas que intervienen en los procesos logísticos, y c) la situación actual; 2) Es realizado el análisis de la solución describiendo las cinco fases para su planeamiento, 3). Finalmente es presentada la aplicación de la solución en el caso de estudio: a) Son vistos los procesos que involucran al RFID; b) la adecuación de hardware y software; y c) las pruebas realizadas al sistema.

En el cuarto capítulo, "Esquema de Procedimientos", es mostrado un ejemplo de la aplicación de la metodología expuesta.

Quisiera agradecer a la empresa IBM por el apoyo brindado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

En este capítulo se plantea el problema de ingeniería. Para concretar esto, primeramente es descrito el problema y expuesto el objetivo del trabajo, también es evaluado el problema justificando la solución. Finalmente se hace las precisiones de los alcances del informe, y es presentada una síntesis del diseño presentado.

1.1 Descripción del problema

Deficiente control de inventario y trazabilidad de una empresa de industria alimentaria con fines de exportación.

La empresa experimenta el inconveniente de desconocer la cantidad y por consiguiente el valor de la mercadería que es parte del capital inmovilizado en sus almacenes, de tal manera que:

- 1. Manejar una gran cantidad de inventario puede llevar a problemas de flujo de efectivo.
- 2. Limitar la cantidad del mismo puede ocasionar un problema de desabastecimiento derivando en una paralización del proceso productivo.

La empresa pierde así competitividad en el mercado en el que se desenvuelve. La empresa debe saber lo que tiene (inventario) y donde está (trazabilidad).

Nota:

Inventario: Registro documental de bienes, mercadería, etc.

Trazabilidad: Seguimiento o rastreo del producto.

1.2 Objetivos del trabajo

Optimizar las etapas de producción, almacenamiento y despacho mediante la implementación de un sistema RFID.

Demostrar que el uso de la tecnología RFID puede resolver los problemas de control de inventarios, trazabilidad y optimización en las diferentes etapas de la cadena de suministro.

Mostrar el papel que juega la ingeniería electrónica como proveedor de información real y confiable en el campo de la gestión de inventarios.

1.3 Evaluación del problema

Saber la cantidad exacta de inventario que una empresa tiene en tiempo real es actualmente una necesidad que se satisface parcialmente teniendo registros periódicos de los movimientos de mercaderías o teniendo una idea aproximada de la cantidad de

existencias de mercaderías. Tomar decisiones en base a cantidades aproximadas o en base a información no actualizada puede tener consecuencias muy negativas para el negocio.

Al margen de conocer en tiempo real los inventarios que se manejan, cada vez se va haciendo obligatorio tener un registro de la trazabilidad de los lotes de producción, sobretodo si se trata de industrias alimentarias. Llevar a cabo esta tarea de manera manual sólo volvería ineficiente y poco rentable la actividad económica realizada por la empresa.

Todo esto es un requerimiento de aseguramiento de la calidad que permite detectar problemas de salubridad en el punto exacto de la cadena de suministro. Si las empresas no pueden controlar de manera eficiente sus inventarios, mucho menos podrán llevar un adecuado seguimiento de sus productos a lo largo de la cadena de producción.

Se pueden diferenciar dos problemas que surgen a partir de la ineficiencia en el control de inventarios:

- 1. Que a nivel logístico puede causar sobre-costos por tener un nivel elevado de inventarios lo que se denomina costos de almacenamiento y a la vez tener elevado inventario implica haber inmovilizado parte del capital circulante de la empresa que podría estar redituando en otras inversiones.
- 2. Que a nivel de aseguramiento de la calidad se pone en riesgo no contar con la trazabilidad de los lotes de producción que a la vez limitan el acceso a mercados extranjeros en los cuales los cuales los niveles de certificación elevados impiden el ingreso de productos que no cuenten con los requerimientos mínimos que exigen por ejemplo las normas ISO 9000.

Si a la situación actual se añade que se requiere un control en tiempo real para que se pueda contar con información adecuada en el momento adecuado para tomar decisiones, se nota que el problema se va haciendo más evidente.

Si bien es cierto que las industrias han sabido acomodar sus modelos de negocios a las exigencias del mercado de acuerdo a sus posibilidades y de acuerdo a lo que la tecnología podía proveerle se concluye que esto no es suficiente.

Actualmente, por ejemplo, se puede encontrar que para el control de los inventarios se llevan desde registros manuales hasta sistemas de base de datos. En ambos casos, se debe registrar manualmente cualquier movimiento realizado sobre los inventarios lo que de por sí requiere un costo en horas-hombre y además que esté sujeto a errores al momento de ingresar los datos.

Se sabe también que es imposible estar realizando un inventario físico todos los días para poder contar con el estado actual de los inventarios ya sea si se requieren cantidades o si se requiere medir características de calidad. Generalmente dependiendo de las dimensiones de los inventarios, la frecuencia de los inventarios físicos varía; por todo esto es importante actualmente que los registros de los lotes de producción sean lo más precisos de tal manera que no sea necesario realizar frecuentemente un inventario físico.

En la medida de la calidad de los datos y de los cuidados que se tenga al momento de hacer el seguimiento a los inventarios se puede tener una idea cercana de lo que realmente existe en los almacenes.

Los movimientos en los almacenes generan un gran número de datos que deben ser tomados en el momento preciso. Es común que esta tarea sea retrasada y que al final del día o al siguiente día se regularice los inventarios. Sin embargo, por temas de la contabilidad de costos o de los informes de libros legales que se presentan a las autoridades fiscales, es un requerimiento tener actualizado dichos registros al menos antes de que se presenten dichos informes a las autoridades respectivas ya que pueden ser sometidos a un proceso de auditoría.

Existe también un problema que se deriva del deficiente control en los inventarios. Esto ocurre cuando se solicita a la autoridad tributaria la devolución de impuestos (conocido como drawback o restitución de derechos arancelarios). Bajo esta figura la empresa debe informar todos los productos afectos a este concepto que vayan a ser exportados y que hayan usado en el proceso de fabricación productos importados. Tener la trazabilidad en este aspecto también puede resultar engorroso dependiendo de los volúmenes de inventario que estén implicados.

Antes de que existiera la tecnología RFID las empresas supieron resolver sus problemas de control de inventarios y trazabilidad. Es así que se empezaron a utilizar las etiquetas con códigos de barra y los sistemas informáticos que simulan el proceso del negocio y almacena el universo de información de la empresa en una base de datos.

Se puede decir que a partir de una base en la tecnología de la ingeniería electrónica, que es el uso de procesadores o lectores de infrarrojo, se sentó la base para que la ingeniería informática pueda finalmente resolver los problemas a otro nivel (similar al modelo OSI).

Si bien es cierto que estas buenas prácticas en los procesos TI (tecnologías de la información) de la empresa que incluyen, como se mencionó, el uso de códigos de barras y de sistemas informáticos integrados con base de datos, han podido mitigar el enorme esfuerzo que se requeriría de tener que estar rastreando todos los inventarios, estas soluciones requieren que exista de todas formas costos en horas hombre y además que no se vea reflejado en el sistema un estado instantáneo de lo que ocurre en el proceso

productivo en los almacenes o en general a lo largo de la cadena logística.

Hay otro factor importante que deja ver la ventaja de usar un sistema de RFID y es un tema de mercado. El impulso que ha recibido esta tecnología se debe a que las dos mayores empresas compradoras del mundo WALLMART y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos exigen a sus proveedores el uso de RFID en los productos que estos les ofrecen.

En conclusión, la aplicación de tecnologías de radiofrecuencia y de redes, combinadas a las aplicaciones informáticas, generan una gran sinergia capaz de brindar soluciones que permiten una mayor visibilidad de los productos a lo largo de la cadena logística y con esto se logra controlar los inventarios de manera eficiente y tener un control de trazabilidad (requerimiento mundial de Aseguramiento de Calidad) que empuja a la empresa a tener mayor competitividad.

1.4 Alcance del trabajo

El trabajo explica la metodología para implementación de un sistema RFID para la optimización del inventario y trazabilidad de las etapas de producción, tomando como ejemplo a una empresa perteneciente a la industria alimentaria que tiene como proyección servir al mercado externo.

El caso de estudio presentado sirve como base para la descripción de la implementación del sistema RFID y de las adecuaciones de diseño (software) en ciertas etapas del sistema.

1.5 Síntesis del trabajo

Preliminarmente, en el marco teórico se exponen los conceptos básicos esenciales para la comprensión del tema a desarrollar, este incluye tanto al control de inventarios como a la tecnología RFID.

En el capítulo 3 "Metodología para la Solución del problema", describe el comportamiento de una empresa productora, perteneciente a la industria alimentaria, que tiene como objetivo el ser competitiva en el mercado exterior.

A continuación se establecen los elementos tecnológicos que brindarían un efectivo control de inventarios y trazabilidad, describiendo los procesos que se efectúan entre cada uno de los módulos implementados.

Posteriormente se describen los ajustes que se aplican en materia de programación de ciertos módulos basados en requerimientos establecidos por la empresa, además se explicarán las pruebas realizadas para poner a punto el sistema. Finalmente se describirán las características técnicas del software utilizado.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este capítulo se exponen las bases teóricas conceptuales más importantes para la comprensión del sistema descrito en el presente informe.

Los temas a tratar son 1) Control de inventarios y trazabilidad, 2) Aspectos básicos de la Identificación por radiofrecuencia (RFID).

2.1 Aspectos logísticos de producción, almacenamiento y despacho

La empresa necesita saber que posee y donde está lo que posee. Esto se traduce en dos conceptos importantes: 1) El control de inventarios y 2) la trazabilidad.

2.1.1 Control de Inventarios

Los inventarios se refieren a las cantidades y costos de los activos de la empresa. Puede tratarse de inventarios de activos fijos o de los activos corrientes. Los activos fijos se refieren a las inversiones de maquinaria, edificios, vehículos, etc. que hacen posible a una empresa poder realizar sus procesos productivos o de servicios. Los activos corrientes se refieren a la parte de los activos que están representados por las mercaderías que esta posee en sus almacenes. Dichas mercaderías pueden ser insumos, suministros, materias primas, productos semielaborados, productos terminados etc. que finalmente van a seguir un flujo dentro de la cadena de producción para transformarse a lo largo de esta en un producto que irá al mercado con determinadas características que le dan el valor agregado.

La visibilidad de los inventarios es importante tanto a nivel logístico como a nivel de costos. Los departamentos de logística deben administrar los inventarios de manera eficiente que básicamente consiste en tener un nivel adecuado de inventario que signifique que nunca quedará desabastecido el proceso productivo y que nunca se debe tener demasiado nivel de inventario que implique sobre costo de almacenamiento o problemas de vencimiento de determinados materiales.

Los departamentos de costos saben que el valor que representan los inventarios es una gran proporción del capital invertido en la empresa. Es un capital que está en forma de mercadería y que de acuerdo a la cantidad y los costos unitarios de los productos tener un elevado volumen de inventario significaría haber inmovilizado gran parte de capital si es que no se logra vender el producto.

Desde la estandarización de los procesos empresariales llevados a cabo por las normas ISO 9000, el control de inventarios se realiza mediante procesos regulares en todas las empresas. Dichos procesos se basan en el registro de la información referente a cada movimiento que se realice sobre los inventarios de una empresa. Además que dichos registros sirven de sustento a las autoridades tributarias para conocer los estados de las cuentas, la rentabilidad de una empresa, etc.

Dichos registros consisten básicamente en dejar constancia de los siguientes datos: fecha que se realiza determinado movimiento, clase de movimiento que se realiza (traslado entre almacenes, salida para producción, salida para ventas, ingreso a almacén, compra, etc.) cantidad que se está moviendo, origen y destino del lote, costo unitario del producto que se está moviendo.

De acuerdo al área involucrada hay otros datos que se encuentran involucrados, por ejemplo si se trata del:

- a. Departamento de compras, el inventario contabilizado debe tener referencia al proveedor a quien se le compró;
- b. Departamento de ventas los lotes deben hacer referencia al cliente a quien se le venderá:
- c. Departamento de producción, se debe identificar el proceso productivo
- d. Departamento de calidad, se debe incluir información de las características de inspección que han sido medidos para el lote en cuestión.

Llevar un adecuado control de inventario involucra planificar las ventas, la producción y las compras de acuerdo a las políticas de la empresa. Estos procesos de planificación son conocidos y sólo se pueden llevar a cabo si se cuenta con información fiable, es decir tener registros actualizados de la situación actual y real de los inventarios.

Las planificaciones pueden variar de un día para otro dependiendo de cómo reacciona la empresa ante los movimientos del mercado, es así que se debe volver a generar los procedimientos de planificación varias veces o incluso tener diferentes escenarios y todo esto con información real.

Como política de las empresas, al final del mes el departamento de costos exige el historial de movimientos de los materiales dentro del proceso productivo para poder determinar el costo real de determinado producto para poder tomar decisiones respecto a si se está incrementado el costo de la producción o si se está haciendo más rentable determinado producto.

Además que se debe sustentar a la autoridad tributaria el detalle de los movimientos realizados por la empresa y dependiendo del volumen de producción que se maneja, esta tarea se va haciendo más engorrosa de no contar con un sistema informático que pueda

lidiar con el volumen de información y con el modelo de negocio de la empresa.

2.1.2 Trazabilidad

Un sistema de trazabilidad es un conjunto de disciplinas de diferente naturaleza que, coordinadas entre sí permiten obtener el seguimiento de los productos a lo largo de cualquier cadena del tipo que sea.

La importancia de la trazabilidad es que permite identificar fácilmente problemas en el punto exacto de la cadena de suministro y tomar acciones focalizadas, de otro modo no se sabría sobre qué variables tomar una decisión. Por ejemplo si ocurriera un problema de salubridad por determinado producto que un país importa se podría detectar rápidamente el origen del problema y se tomaría acciones como por ejemplo eliminar por completo el lote importado de determinado país, de determinado proveedor, de determinada fecha de ingreso, etc. En lugar de eliminar toda la mercadería de dicho producto produciendo un enorme impacto económico.

. Toda empresa siempre tiene los manuales de sus procesos productivos, por lo que implementar un sistema de trazabilidad es relativamente sencillo ya que básicamente se requiere de realizar registros de las diferentes características que puede tener un producto. Estos registros pueden ser llevados a cabo manualmente o en sistemas informáticos y depende del grado de automatización que tenga una empresa para que se usen herramientas que permitan agilizar la toma de datos.

No sólo es importante contar con un sistema de trazabilidad, sino que éste esté debidamente certificado, para ello existen procesos de auditoría que miden el grado de madurez del sistema sometiéndolo a pruebas. Básicamente la prueba principal es tomar el producto ofrecido al mercado y a partir de sus identificación (código de barras, RFID, etc.) determinar el origen de la materia prima, los insumos que se utilizaron, el personal involucrado en la producción del mismo, proveedores involucrados, etc.

Cuando una empresa tiene implementado un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) es mucho más fácil tener el control de la trazabilidad ya que cualquier movimiento sobre las mercaderías que se efectúan como parte de las operaciones finalmente es registrado en base de datos con toda la información necesaria.

Como ejemplo de lo anterior, cuando se ingresa una mercadería comprada al almacén se debe ingresar en el sistema la cantidad del producto, el proveedor, la fecha de caducidad, el precio, etc. O cuando se va a usar materia prima para la fabricación de determinado producto se debe ingresar al sistema el almacén y el lote de materia prima que se está usando, la fecha, las personas involucradas en el procesamiento, las características de calidad (PH, humedad, temperatura).

Un sistema de trazabilidad deberá de estar compuesto por:

a. Sistemas de identificación

- Un sistema de identificación del producto unitario
- Un sistema de identificación del embalajes o cajas
- Un sistema de identificación de bultos o palets

b. Sistemas para la captura de datos

- Para las materias primas
- Para la captura de datos en planta
- Para la captura de datos en almacén

c. Software para la gestión de datos

- Capaz de imprimir etiquetas
- Capaz de grabar chips RFID
- Capaz de almacenar los datos capturados
- Capaz de intercambiar datos con los sistemas de gestión empresariales

a. Sistemas de identificación

Los sistemas de identificación sirven para dar una matrícula a cada uno de los productos de los que se quiera registrar su trazabilidad, lo que obligará a establecer un sistema que permita reconocer a cada uno como único y así poder construir su trazabilidad a lo largo de la cadena. Para identificar cada matrícula será necesario:

- 1. Escoger que sistema de codificación utilizar. Esto dependerá de
- El sector o cadena de suministro a la que pertenezca.
- La universalidad que se quiera abarcar (trazabilidad interna o externa)
 Se utilizará sistemas de codificación como EPC, GS1-13, GS1-128, Code 39, u otros
- 2. Utilizar el hardware adecuado para ello. Lo cual dependerá de:
- El sistema de codificación escogido
- La naturaleza del producto
- Del grado de automatización requerido
 Se utilizará impresión directa, con etiquetas, con RFID, u otros

b. Sistemas de captura

Una vez identificados los productos los datos pueden ser utilizados para ir añadiendo información con el fin de ir construyendo la traza de dicho producto. Los datos pueden ser captados en un momento dado de la cadena, para conocer la información que tiene acumulada el producto.

El sistema de captura de datos es necesario para:

- 1. Captar información relevante para adicionar al producto
- Dependerá del sector y de la normativa a seguir

- Con sensores de estado como temperatura, humedad, u otros
- Con lectores de barcodes, antenas RFID, u otros
- 2. Captar la información del producto para actuar sobre él o saber que es
- Dependerá del objetivo a perseguir
- Con lectores de códigos de barras, ópticos o lectores RFID

c. Software para la gestión de datos

Teniendo los productos debidamente identificados y un sistema de identificación operativo entonces recién se procede con la gestión de los datos que representan los productos.

Aparecen aquí los aplicativos que son capaces de guardar la traza de los productos y gestionar sus datos con múltiples fines diversos. Básicamente se tienen las siguientes opciones, que el software de trazabilidad lo proporciones:

- 1. Una empresa especializada en ello y que proporcione un sistema independiente del sistema de gestión empresarial
- 2. Una empresa especializada en ello, pero que se comunique en ambos sentidos con su sistema de gestión empresarial
- 3. La propia empresa que desarrolla el software de gestión empresarial

En resumen, se tiene que tener en consideración que los datos que tenemos que registrar para obtener la trazabilidad de cualquier producto, dependen de qué tipo de producto, en que sector se mueven y cuáles son los requerimientos del usuario final. También se deben tener en cuenta las legislaciones vigentes en materia de trazabilidad y seguridad de los productos que rigen en el mercado donde deben ir destinados los productos.

2.2 Aspectos básicos del RFID

Las siglas RFID hacen referencia a Identificación por Radiofrecuencia (en inglés Radio Frecuency IDentification). Básicamente es el uso de las ondas de radio para transmitir información de identificación de un objeto. El principio básico de los sistemas RFID es muy parecido a los sistemas de código de barras; dicho de otro modo, consiste en codificar un identificador numérico de modo que sea accesible en forma rápida y sin la intervención humana para la interpretación de los códigos.

El sistema RFID más básico requiere de los siguientes componentes:

- 1. RFID tag.- Etiqueta RFID.
- 2. RFID reader.- Lector RFID.



Figura 2.1 Esquema básico de un sistema RFID

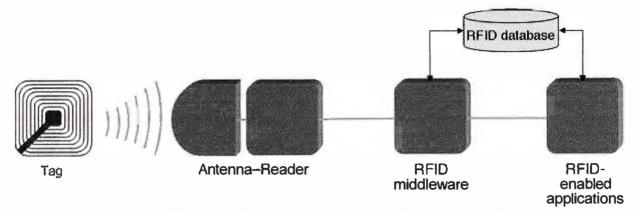


Figura 2.2 Esquema ampliado de un sistema RFID

En la práctica, el sistema básico que se muestra en la Figura 2.1 no representa un sistema funcional. La realidad es que se necesitan otros componentes que puedan brindar y procesar información en base a los datos generados por el sistema básico. Bajo esta premisa, el esquema mostrado en la Figura 2.2 muestra un escenario de una infraestructura mucho más realista.

Como se observa en la Figura 2.2, al sistema básico se le ha acoplado bloques que representan software de aplicación y base de datos.

2.2.1 Etiquetas RFID

Los siguientes son concepto relacionados con las etiquetas RFID.

a. Antena

La antena de una etiqueta RFID es la encargada de la transmisión y recepción de las ondas de radio para realizar la comunicación entre la etiqueta RFID y el RFID reader. La antena es un mecanismo de acoplamiento o transferencia de energía de un medio a otro.

Para las etiquetas RFID, las antenas pueden cumplir doble función, la primera es la de comunicación de datos y la segunda es la de capturar la energía contenida en la onda electromagnética para poder excitar el circuito integrado y enviar la señal respectiva al interrogador RFID.



Figura 2.3 Antena

b. Circuito integrado

El circuito integrado de la etiqueta RFID es el corazón del mismo. Está compuesto de componentes discretos que conforman un procesador no muy sofisticado como la de un celular pero suficiente como para que el circuito pueda enviar su código de unicidad almacenado en su memoria. Incluso, puede estar implementado en el circuito el algoritmo necesario para evitar colisiones de señales con otras etiquetas que estén enviando señales simultáneamente.

c. Tarjeta impresa

La tarjeta impresa del circuito integrado es el material sobre el cual está encapsulado los componentes de la etiqueta RFID.

Básicamente depende de la aplicación en la que se vaya a usar la etiqueta RFID para determinar el tipo de material para el sustrato de la placa impresa. Por ejemplo, puede tratarse de materiales flexibles o resistentes a las temperaturas.

d. Etiquetas activas

Estos tipos de etiquetas contienen su propia fuente de energía que básicamente es una batería. Esto les provee de ventajas como tener mayor rango de alcance, que las señales que emiten pueden penetrar determinados obstáculos y de acuerdo a la aplicación pueden usarse para que se envíen información de datos sensados por la etiqueta RFID como humedad, temperatura, presión etc.

Por sus características superiores son mucho más costosas de implementar masivamente.

e. Etiquetas semiactivas

Contienen una batería. Pero es usada solo para activar los dispositivos periféricos (sensores) cada vez que el lector RFID envía una señal a la etiqueta.

f. Etiquetas pasivas

Estos tipos de etiquetas usan su antena para transmitir y recibir las señales y además para capturar la energía de la onda electromagnética que envía el lector RFID. Generalmente cuando se hace referencia a etiquetas RFID se está hablando de las etiquetas RFID pasivas.

La gran ventaja es su bajo costo de fabricación y que fácilmente se puede masificar. La principal limitante es el rango de alcance ya que la potencia de la señal que la etiqueta RFID usa para excitar al circuito integrado decrece con el cuadrado de la distancia que lo separa del lector RFID.

g. Etiquetas semipasivas

Son un subconjunto de la calificación de etiquetas pasivas aunque ellos contienen

una fuente de energía incorporada; sin embargo, la fuente de energía no juega ningún rol en las características de transmisión RF. La batería sólo sirve para alimentar al circuito interno y para la funcionalidad periférica. Sus beneficios son que la etiqueta puede usar toda la energía colectada de la antena del lector para transmitir su información, permitiéndole mayores rangos de transmisión.

h. Etiquetas de armónicos de radiofrecuencia

De reciente desarrollo. La empresa pionera de esta tecnología es una compañía llamada "Demodulation Inc.". Las etiquetas de armónicos RF son similares a las etiquetas pasivas en que no tienen batería, sin embargo son muy diferentes ya que no tienen una antena o un circuito integrado.

i. Clasificaciones de las Etiquetas de EPC™

EPCglobal Inc. ha definido seis clasificaciones para las etiquetas RFID basados en sus características como rango de lectura, capacidad de almacenamiento, protocolos de comunicación y sistemas periféricos. Las etiquetas pasivas son clasificadas usualmente en los rangos de clase del 0 al 3. La clase 4 describe las etiquetas activas, y la clase 5 es reservada para los lectores y para las etiquetas activas que pueden leer datos de otras etiquetas. Ver Tabla 2.1 las clasificaciones.

j. Sistemas operando a varias frecuencias

Las ondas electromagnéticas tienen diferente comportamiento dependiendo en el medio que se propagan, ya sea por el vacío u otros materiales. Para los sistemas RFID, la frecuencia de las ondas es muy importante. La mayoría de las etiquetas RFID se han diseñado entre la banda LF y UHF pero también hay sistemas que se usan en la banda de microondas.

k. Antenas de etiquetas pasivas

Una onda electromagnética tiene dos componentes: el campo eléctrico E y el campos Magnético B. Las antenas de las etiquetas RFID pueden diseñarse para capturar la energía de uno de estos dos componentes.

Si la etiqueta está diseñada para operar en bandas menores que VHF entonces la antena contiene unas espiras. Ya que la longitud de onda de una onda de 13.56 MHZ es considerable, la etiqueta está diseñada para operar en el campo cercano. El campo cercano es el área dentro de una unidad de longitud de onda, de esta manera, una onda de 13.56 MHZ tiene una longitud de onda de aproximadamente 22 metros luego el rango de alcance está limitado a esta cantidad. Sin embargo el rango es aun menor debido a que la intensidad del campo magnético dependerá del área de la antena y otros factores propios del acoplamiento inductivo.

Para las etiquetas RFID que operan en bandas superiores a UHF el componente de la

onda electromagnética preponderante es el campo eléctrico, de esta manera, las antenas derivan la energía de la radiación del campo eléctrico propio de la zona llamada campo lejano. Ver figura 2.4.

	Tabla 2.1 Clasificaciones de etiquetas de EPC						
Clase	Potencia	Rango	Memoria	Comunicación	Periféricos	Costo	
0	ninguna	< 3 m	Solo lectura 1 a 96 bits	Backscatter	Ninguna	Bajo	
1	ninguna	< 3 m	Lectura/ Escritura una vez 1 a 96bits	Backscatter	Ninguna	Bajo	
2	ninguna	< 3 m	Lectura/ Escritura 1 a 96bits	Backscatter	Seguridad	Bajo	
3	batería	< 100 m	Lectura/ Escritura <100KB	Backscatter	Seguridad, Sensores	Medio	
4	batería	< 300 m	Lectura/ Escritura <100KB	Tx Activa	Seguridad, Sensores	Alto	
5	Batería +AC/DC	Ilimitado	Lectura/ Escritura Ilimitado	Tx Activa	Seguridad, Sensores, se pueden comunicar con otros tags	Muy alto	

Figura 2.4 Dipolo simple

2.2.2 Lectores RFID

El lector RFID también es conocido como interrogador RFID. Este dispositivo es el responsable de organizar la comunicación con las etiquetas RFID que están en el rango de alcance y de representar los datos suplidos por las etiquetas RFID para que puedan ser usadas de acuerdo a las aplicaciones que se diseñen.

La frecuencia a la que opera un sistema RFID está determinada por la frecuencia de operación de la antena del lector RFID que debe estar adecuadamente sintonizada para que pueda ocurrir un correcto acoplamiento con las etiquetas RFID.

El lector RFID es el que provee la energía electromagnética al sistema para que las etiquetas puedan ser excitadas con dicha energía.

De acuerdo al fabricante del lector RFID, el diseño del mismo puede tener diferentes características de las cuales las más importantes y comunes son:

a. Consolas de administración empresarial

Como se mencionó líneas arriba, depende del fabricante el diseño del lector RFID. Las compañías que ofrecen un mayor rango de soluciones con su hardware posibilitan a sus clientes un manejo más fácil de la instalación de su sistema desde una consola central.

Un manejo centralizado a través de dichas consolas permite configurar alertas en tiempo real, usar lectores RFID remotos, desarrollar software y poder actualizarlo haciéndolo de esta manera flexible.

b. Interfaz aplicación-a-lector

La mayoría de los fabricantes proveen sus dispositivos con código prefabricado en forma de librerías. Esto reduce significativamente el tiempo de implementación de un sistema RFID.

Sus dispositivos vienen con paquetes de software que permite integrar fácilmente los datos leídos por el lector RFID y llevarlos a una base de datos de donde finamente se podrán procesar con las herramientas estándares de bases de datos como por ejemplo para generar reportes de los datos recolectados.

c. Interfaz de hardware

Las lectoras RFID tienen implementado diferentes tipos de interfaces como por ejemplo el RS232 (comunicación serial). Sin embargo, estas interfaces pueden ser también inalámbricas como el estándar 802.11B/G; RS480 para comunicaciones a distancia en medios industriales; TCP/IP (conector RJ45) sobre redes LAN.

d. Durabilidad mejorada

Un sistema RFID tiene varias aplicaciones en las que se puede utilizar, dependiendo de estas se puede especificar si se trabajará en un rango industrial o en un rango militar, por ejemplo si el ambiente en el que debe operar está sometido a altas temperaturas o que por ejemplo pueda resistir golpes o posibles caídas, etc.

e. Densidad

Una de las características más importantes de un lector RFID es la capacidad que tiene para leer determinado número de etiquetas RFID por segundo. Actualmente, en un sistema basado en etiquetas RFID pasivas se tiene que un lector puede leer entre 50 y 100 etiquetas por segundo.

Esto puede ser una limitante cuando se tiene en almacenes varios contenedores que a la vez contiene un gran número de ítems por lo que se recomienda usar varios lectores RFID con una cobertura menor en diferentes zonas para cubrir la misma área, esto reduce el número de etiquetas que un lector tiene que leer por segundo y brinda al sistema de relativa mayor rapidez.

f. Factor de forma

Depende de la aplicación se puede tener dos formas de lectores RFID. Esto está determinado por la movilidad del mismo, es decir, puede requerirse de un lector estacionario encargado de su área de cobertura o puede requerirse de un dispositivo móvil que es lo más práctico ya que se pude inventariar los ítems que no estén dentro del alcance de un lector estacionario.

2.2.3 Comunicación entre la etiqueta y el lector

Una vez que una etiqueta RFID ha sido energizada y se ha establecido un enlace físico con el lector RFID es necesario usar un protocolo que permita fluir la comunicación.

Este protocolo permite al lector RFID interrogar a las etiquetas RFID que estén en su rango de alcance usando determinados comandos y conociendo de antemano cómo está organizada la memoria en la etiqueta.

a. Distribución de memoria de etiquetas pasivas

Una etiqueta cuenta con una memoria que contiene el código de autenticidad, el estado actual y otros datos definidos de acuerdo a la aplicación. La distribución de la memoria en la etiqueta está dividida en cuatro partes. Banco Memoria 0: Reservado, 1: EPC, 2: ID de Etiqueta, y 3: Usuario. Ver Figura 2.5.

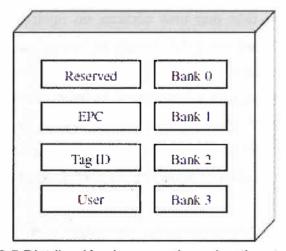


Figura 2.5 Distribución de memoria en la etiqueta RFID.

El primer banco de memoria es usado para implementaciones que requieren uso de contraseña. Si no se requiere el uso de contraseña, esta memoria debe contener valores nulos y estar bloqueada para operaciones de lectura y/o escritura.

El segundo banco se subdivide a la vez en un campo de 16 bits que contiene el chequeo de redundancia cíclica CRC-16 seguido de un campo que contiene el protocolo de control y luego el código que identifica de forma unívoca a la etiqueta (EPC). Ver Figura 2.6.

ELECTRONIC PRODUCT CODE TYPE I

01-0000A89-00016F-000169DC0 Header ffC Manager Object Class Script Number (2015)

Figura 2.6 Código Electrónico del Producto (EPC)

El tercer banco contiene 8 bits que sirven para almacenar la clase de identificador que se está usando.

El cuarto banco de memoria está reservado para almacenar datos definidos por el usuario. Dichos datos pueden ser temperatura, presión, humedad, etc. De acuerdo a lo especificado en el diseño del sistema RFID.

b. Comandos

Cada etiqueta RFID contiene un conjunto de comandos codificados en su circuito integrado que le permite al lector comunicarse con éste. Estos comandos permiten al lector seleccionar una etiqueta, inventariarla, leer y/o escribir datos en memoria, etc.

Básicamente se cuenta con los siguientes comandos:

- Comando de selección.- No siempre un lector quiere leer información de todas las etiquetas que están en su rango de alcance sino que sólo de determinado grupo de acuerdo a características que tengan en común. Para este propósito se cuenta con dicho comando que permite que sólo las etiquetas interrogadas respondan a la señal del lector.
- Comandos de Inventario.- Comandos usados para que la etiqueta responda con su número de autenticidad (Query, QueryAdjust, QueryRep, ACK, NAK)
- **Comandos de acceso.-** Comandos usados para acceder a la memoria de la etiqueta (Req RN, Read, Write, Kill, Access, Lock, BlockWrite, BlockErase).

2.2.4 El Middleware

Middleware se refiere a componente de software encargado de convertir la información de bajo nivel del hardware en información representada como eventos. En otras palabras, se encarga de hacer la interfaz con el lector RFID y traducir toda la información en lenguaje de máquina a información relacionada con los eventos de las etiquetas. Los eventos de las etiquetas se refieren a la correspondencia lógica con los eventos físicos como por ejemplo: 'La etiqueta ha sido detectada por el lector'.

La mínima información que el middleware debe recibir es el ID de la etiqueta. Usualmente esta información está acompañada con otra información como el ID del lector, la fecha y hora de lectura, etc.

La tarea que desempeña el middleware es importante ya que permite a los sistemas y aplicaciones usar un nivel más alto de comunicaciones sin tener que entender los pasos previos el hardware necesitó para generar la información.

Se tiene generalmente los siguientes eventos:

- Estatus de la memoria de la etiqueta.
- Información del sensor de la etiqueta.
- Nivel de batería de la etiqueta.
- Posición de la etiqueta.
- Etiqueta en rango de alcance.
- Etiqueta fuera del rango de alcance.

Ya que los sistemas RFID tienden a generar una gran cantidad de información de los eventos de las etiquetas, es necesario crear un mecanismo que permita filtrar información redundante.

El middleware hace uso de base de datos que mantienen la trazabilidad de los diferentes eventos que una etiqueta ha generado y luego lo analiza para generar información de alto nivel. De otra forma, se almacenaría información inútil ya que por ejemplo cada segundo todas las etiquetas en el rango de alcance estarían reportando el evento 'Etiqueta en rango de alcance', considerando el número de etiquetas por segundo que un lector puede leer se tiene una gran cantidad de información redundante por segundo que no debe ser almacenada.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describe la metodología para la implantación de un sistema de control de inventarios (y trazabilidad). Esta metodología se explica en los siguientes ítems:

- 1) Se perfila un caso de estudio referencial (problemática, áreas que intervienen en los procesos logísticos, situación actual).
- 2) Se hace el análisis de las fases de la solución (Preparación Inicial Preparación del proyecto, Mapa de procesos o Business Blueprint, Realización, Preparación final, Inicio y soporte post-productivo).
- 3) Se determina los pasos para la aplicación del RFID al caso de estudio (Procesos que involucran al RFID, Adecuación de hardware y software, pruebas).

3.1 Caso de estudio

Para ilustrar los conceptos descritos en los capítulos previos se va tratar un caso de estudio. Se asumirá que la empresa ABC, está dedicada a la agro-exportación con más de 100 contenedores exportados por semana.

Esta empresa ha decidido mejorar sus procesos logísticos para reducir costos de almacenamiento y tiempo operativo en el control de sus inventarios. Dicha mejora implica automatizar la toma de información del estado actual de inventarios así como el control de la trazabilidad de sus lotes de producción.

3.1.1 Problemática

Cada contenedor que exporta la empresa ABC implica un costo de venta aproximadamente de USD \$ 20 000 que representa el valor de los materiales producidos en lotes de producto terminado que se encuentran en los almacenes. Esta empresa enfrenta dos problemas básicos

- 1. Dada la carga operativa que la empresa ABC soporta, no se puede contar con información actualizada de los inventarios por lo que muchas veces las fechas comprometidas a los clientes no puede cumplirse por falta de stock.
- 2. Durante la cadena de producción se ha detectado pérdidas por robo o desaparición de materiales; pérdidas por fechas de caducidad vencidas; pérdidas por planta parada por falta de suministro y pérdidas por costos de almacenamiento de lotes que

permanecen demasiado tiempo en los almacenes.

3.1.2 Áreas que intervienen en los procesos logísticos

El problema del control de inventarios y trazabilidad de los lotes producidos implica a todas las áreas de la empresa con énfasis en las áreas logísticas, mas que en las áreas contables y financieras.

Como parte del proceso productivo se tiene que la empresa ABC:

- 1. Procesa los productos cosechados desde sus propios fundos o desde terceros,
- 2. Los almacena.
- 3. Se realizan inspecciones de calidad para determinar el estado de las características de los lotes producidos
- 4. Finalmente los despacha en contenedores a los clientes que así lo han solicitado.

A lo largo de todo este proceso, es necesario tener el detalle del origen y la trayectoria que ha seguido determinado lote de un producto, desde la descripción del Fundo – Parcela –Lote en que fue cosechado hasta las operaciones que se han llevado a cabo sobre el producto hasta estar disponible en el contenedor.

Como es evidente:

- a. Las áreas de producción y calidad son las que más intervienen en el proceso de control de la producción
- b. El área de compras también debe estar involucrado para poder realizar los pedidos de compras necesarios para que sea posible realizar el proceso productivo, esto basándose en la cantidad de stock que se tiene y en las proyecciones de la demanda realizada por el departamento de ventas.
- c. Finalmente, el departamento de ventas puede comprometer las fechas de entrega a sus clientes en base a la información que tiene sobre la cantidad de stock de sus productos.

3.1.3 Situación actual

Actualmente la empresa ABC lleva los registros de sus inventarios a través de un ERP (Enterprise Resource Planning) que se integra con la base de datos, pero los registros son ingresados manualmente al sistema según el conteo manual que es realizada en el proceso de producción de lotes o como resultado de inventarios periódicos que se realizan como procedimiento.

El conteo manual se realiza a través de código de barras, es decir, un operario pasa con el escáner a través de los almacenes para contabilizar los inventarios. Así mismo, cuando se prepara el contenedor nuevamente se pasa el escáner para determinar los materiales que se están ingresando al contenedor que se despachará.

Para el conteo de los inventarios la empresa ABC emplea 3 operadores que gastan el

35 % de su tiempo intentado ubicar los lotes que se necesitan para ponerlos al contenedor. Este procedimiento es de periodicidad diaria.

El departamento de calidad gasta un 15 % de su tiempo en:

- a. La elaboración de reportes de gestión de trazabilidad,
- b. Reportes de gestión para determinar fechas de caducidad,
- c. Determinar la ubicación de los lotes que deben estar bloqueados por alguna falla en la salubridad y que por ende no puede pasar a libre utilización para que continúe el proceso hasta convertirse en producto terminado que pudiera ser vendido.

El departamento de ventas no cuenta con información actualizada de los despachos que se realizan, esta información es regularizada generalmente al finalizar el día. La mayoría de los documentos legales como las guías de remisión necesarias para despachar el contenedor desde las instalaciones de la empresa hasta el puerto deben ser digitados manualmente y luego ingresados al sistema para que después puedan reportar al área financiera sobre la venta de determinado lote. Este trabajo manual representa un 10% de tiempo gastado por cada operario.

3.2 Análisis de la solución

La gerencia general determina que una solución con RFID puede ayudar significativamente a controlar sus inventarios y a reducir el tiempo operativo que gastan sus empleados en sus tareas diarias. Para ello la empresa ABC contrata los servicios de consultoría de un ingeniero especialista en cadena de suministro para que realice la estimación de los costos del proyecto de implementación y los tiempos de implementación.

Básicamente el proceso de consultoría se lleva a cabo en los siguientes pasos como metodología de implementación:

3.2.1 Fase 1 - Preparación Inicial - Preparación del proyecto

Se completa el plan del proyecto de alto nivel y se revisa el esquema del hardware necesario. El proyecto inicia oficialmente con una reunión de lanzamiento. Esta reunión no es exclusiva del equipo del proyecto y los consultores del implantador, sino que también para otros miembros clave de la empresa. Este arranque prepara un escenario propicio para el proyecto destacando la importancia de éste con los objetivos futuros de la compañía.

En esta fase se realiza la:

- 1. Definición de los objetivos del proyecto y las condiciones básicas: El objetivo global es la sustitución de sistemas obsoletos, puesto que ya existen procesos de control de inventarios (código de barras)
- 2. Planificación global del proyecto.- Se crea el plan del proyecto, se define su secuencia,

inicio, requisitos técnicos del plan. Se determina el alcance básico del proyecto de implementación de control de inventarios con RFID.

3.2.2 Fase 2 - Mapa de procesos (Business Blueprint)

El propósito de la fase de Planos del Negocio (Business Blueprint) es entender las metas del cliente y determinar los procesos de negocio necesarios para cumplir las mismas.

En una reunión de Revisión Ejecutiva, se discutirán las metas del grupo, la estructura organizacional y los procesos de negocio de alto nivel. Otros requerimientos más detallados serán discutidos durante reuniones de trabajo de revisión de cada uno de los procesos de negocio. Las reuniones de Revisión Ejecutiva y de los procesos de negocio serán conducidas por los consultores del implantador.

Para verificar que se entendieron apropiadamente los requerimientos del grupo y que se incluyó a todos los involucrados en el proyecto, se preparará un "Plano" del estado futuro y será presentado a sus ejecutivos para la aprobación del mismo. Este Plano consistirá en un diagrama de la estructura de la empresa, además del primer borrador de la definición de los procesos de negocio que se utilizará en su compañía; los dos se presentarán en forma escrita y de diagrama. Con la elaboración de los Planos se finalizará el alcance detallado del proyecto.

En esta fase se:

- Modelan los procesos de control de inventarios principales.
- Determinan las autorizaciones y niveles de seguridad y responsabilidades de cada aspecto del control de inventarios.
- Coordinan los procesos con otros departamentos de la empresa.
- Crean escenarios y procesos de ejemplo.
- Revisa y confirma el modelo de los procesos.
- Se define el equipo del proyecto de implementación, número de consultores expertos en procesos logísticos de control de inventarios, especialistas en TI, programadores, disponibilidad por parte de los empleados que usarán el sistema.
- Organiza el equipo del proyecto involucrando a los consultores implementadotes y a los usuarios líderes.
- Documenta el proceso de negocios sobre el cual se realizará la implementación.

3.2.3 Fase 3 - Realización

Durante esta fase, el equipo del proyecto de la empresa ABC y se separa del equipo de los consultores del implantador, para terminar las actividades asignadas.

a. Se configura los procesos de negocio definidos en los "planos aprobados".

Mientras que el equipo del proyecto está en entrenamiento, el equipo de consultores

del implantador configura los procesos de negocio definidos en los "planos aprobados".

El sistema configurado refleja la organización del cliente y los catálogos maestros; y deberá soportar un flujo totalmente integrado de los procesos del sistema.

Una revisión de los procesos de negocio de su empresa con el equipo del proyecto y con otros usuarios clave de cada uno de los procesos de negocio permite la retroalimentación y confirmación de los "planos aprobados".

Un sistema que refleje los catálogos maestros y la organización de su empresa proporcionará un beneficio adicional al equipo del proyecto en el refuerzo del entrenamiento tomado.

b. La configuración de cada proceso de negocio medular se divide en interacciones o ciclos de flujos de procesos de negocios relacionados.

Los flujos de procesos de negocios son configurados conjuntamente con el desarrollo de reportes, procedimientos de usuarios, escenarios de prueba y perfiles de seguridad. Los ciclos no sólo proporcionan indicadores para el equipo del proyecto, sino que también proveen puntos claves para probar y simular partes específicas del proceso global de negocios. Este enfoque proporciona retroalimentación inmediata, así como el involucramiento de toda la organización a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Durante los ciclos, el equipo del proyecto del cliente trabaja estrechamente con los consultores del implantador para definir los escenarios específicos de negocios y las condiciones de excepción. Este enfoque cuenta con la máxima transferencia de conocimientos permitiendo al equipo de trabajo repetir la configuración de los procesos medulares del negocio mientras pone a punto el sistema para tomar en cuenta procesos comunes de negocios.

c. Como una actividad simultánea, son desarrollados y probados los programas de interfaz y conversión, así como los reportes especiales.

3.2.4 Fase 4 - Preparación final

El propósito básico de la fase de Preparación Final es

- 1. Terminar las pruebas finales del sistema,
- 2. Entrenar a los usuarios finales y
- 3. Llevar los datos y al sistema a un ambiente productivo.

a. Las pruebas finales al sistema

Consisten en probar los procedimientos y programas de conversión y reportes especiales para fines legales y fiscales, probar los programas de interfaz a los sistemas actuales, llevar a cabo las pruebas de volumen y estrés, así como las pruebas de aceptación del usuario final.

b. Entrenar a los usuarios finales

El equipo de proyecto entrenará usuarios clave utilizando un método de "entrenar al entrenador". Este método ayudará a ganar la aceptación de los usuarios finales, así como a la construcción de una base de conocimiento para soporte propio de los reportes en línea y futuras mejoras al sistema.

c. Llevar los datos y al sistema a un ambiente productivo

Implica crear una estrategia para la Puesta en Marcha. Este pian específicamente identifica la estrategia de conversión de datos, procedimientos iniciales de auditoria y una estructura de soporte al equipo del proyecto. El último paso en esta fase es aprobar el sistema y asegurar que el cliente esté listo para la puesta en marcha del sistema.

3.2.5 Fase 5 - Inicio y soporte post-productivo

Inmediatamente después de la puesta en marcha, el sistema debe ser revisado y afinado para asegurar que el entorno del negocio está completamente soportado. Este proceso involucra:

- 1. Verificar la precisión de las transacciones del negocio,
- 2. Entrevistar informalmente a los usuarios para verificar que sus necesidades hayan sido satisfechas

3.3 Aplicación del RFID al caso de estudio

Esta sección se divide en

- 1. Procesos que involucran al RFID
- 2. Adecuación de hardware y software
- 3. Pruebas

3.3.1 Procesos que involucran al RFID

Los procesos involucrados al RFID son los siguientes; a) Ingreso de materia prima, b) Producción de semielaborados, c) Almacenamiento de semielaborados, d) Producción elaborado final, e) Almacenamiento de producto final, f) Distribución. Estos son descritos a continuación:

a. Ingreso de materia prima

En planta, cuando ingresa la materia prima, esta es lotizada y además debe ser registrada con los datos del origen: FUNDO/PARCELA/LOTE de donde proviene. Cada día, salen de almacén de materias primas varios lotes a la línea de producción.

b. Producción de semielaborados

Una vez en la línea de producción, se debe ingresar al sistema los lotes de semielaborado que se están produciendo y la calidad de los mismos para que estos sean impresos en las etiquetas RFID. En dicha etiqueta RFID debe haber información de:

- El lote de materia prima que se ha usado,

- Las personas que intervinieron en el procesamiento,
- La fecha de caducidad,
- Las características de inspección de calidad a la que fue sometido.

c. Almacenamiento de semielaborados

El lote de semielaborado es almacenado en el almacén de productos semielaborados. El almacén cuenta con lectores RFID y determina automáticamente en el sistema el ingreso de nueva mercadería que se verá reflejado como un movimiento de mercadería de producción.

Luego, en un proceso productivo posterior, se extraen los productos del lote de semielaborados para llevarlos al almacén de piso donde los productos se convierten finalmente en producto terminado, entonces el sistema determina automáticamente que el lote ha salido del almacén y descontará al inventario que se verá reflejado en tiempo real en la contabilidad de inventarios.

d. Producción elaborado final

En el almacén de piso, el producto semielaborado es empaquetado, juntado con otros materiales, suministros, etc. para formar el producto terminado al cual se le imprime una etiqueta RFID.

e. Almacenamiento de producto final

Se arma un palet con todos los materiales terminados que se produjeron y se llevan al almacén de productos terminados donde existe un lector RFID que detectará automáticamente el ingreso de material terminado e incrementará el stock en el sistema.

f. Distribución

El departamento de ventas determina a qué cliente debe ir un lote que se encuentra en su inventario.

- Se emite la orden de salida. El lote sale del almacén y el sistema automáticamente descuenta el inventario en dicho almacén.
- Cuando el lote entra en el contendor para ser exportado, pasa por un lector RFID que detecta todo lo que está involucrado en el lote y el sistema imprime automáticamente la guía de remisión.

El sistema ayuda a determinar así los productos importados que han sido usados el producto terminado para que dicha información pueda ser usada por el área tributaria para gestionar la devolución de impuesto por concepto de Drawback.

3.3.2 Adecuación de hardware y software

En cualquier instante de tiempo, se puede determinar el stock de los materiales ya que se está sensando a cada instante los materiales.

Para determinar los eventos por los cuales el sistema RFID responderá con

información de los movimientos de inventarios se debe implementar codificación en los microcontroladores a nivel del lector RFID.

El **equipo encargado del hardware** lo implementa, esto se realiza en lenguaje Assembler o Lenguaje C. Básicamente se programan los comandos que los dispositivos RFID deben reconocer.

Esta adecuación sirve de primer filtro de información, ya que estos dispositivos generan mucha información redundante cada segundo. Sólo debe enviar información útil al sistema de base de datos que finalmente será encargado de satisfacer los requerimientos iniciales de la empresa.

Por otro lado **el equipo encargado de consultoría** debe diseñar el proceso TI con las mejores prácticas de las industrias para que estos procesos puedan ser traducidos al software. Dado que la empresa ABC ya cuenta con un ERP, se implementa en este una serie de programas como interfaces que se comunicarán con el middleware del RFID para que alimente con información de los movimientos en los almacenes.

Como los sistemas ERP cuentan con su propio lenguaje de programación, se usa esta facilidad para diseñar los programas de acuerdo a las necesidades especificadas por la empresa.

Se requiere que los movimientos en el inventario se vean reflejados en tiempo real en el sistema ERP. Esto implica que cada movimiento de acuerdo a su naturaleza pueda incrementar el stock, reducirlo, y llevar el control de la trazabilidad. Adicionalmente, como procedimiento de gestión se requiere reportes del historial de movimientos realizados durante determinado periodo de tiempo.

3.3.3 Pruebas al sistema

Antes de lanzar la versión final del sistema, se lleva a cabo un exhaustivo examen del software creado que garantice su operatividad en productivo.

Se realiza la medida de la potencia de las señales de los RFID para establecer el rango de alcance real de la señal. Una prueba típica es ingresar y sacar por la misma ruta el inventario para determinar si el sistema puede detectar ambos movimientos.

También se verifica lo que ocurre si dos almacenes logran captar la señal de un inventario (se duplicaría de información). Se procede a introducir factores que perturben las señales como objetos metálicos etc. que puedan bloquear la señal.

CAPÍTULO IV ESQUEMA DE PROCEDIMIENTOS

El presente capítulo explica de manera detallada, casos reales de la aplicación de la metodología anteriormente expuesta. Se inicia el capítulo con la relación de tareas que son parte de un cronograma de trabajos sobre los cuales se hace un análisis económico de la inversión. También ejemplo de las fases I, II y III.

4.1 Relación de tareas

De acuerdo a lo expuesto en la sección 3.2, existen cinco fases para el análisis (dimensionamiento e implementación) de la solución RFID: A continuación de detallan las tareas involucradas en cada una de las fases. Ver Figura 4.1.

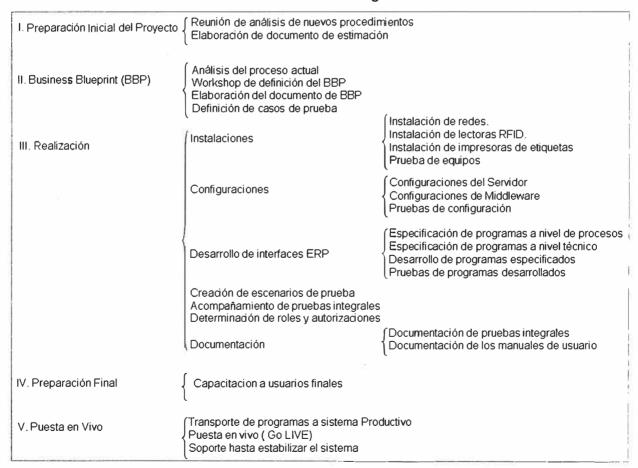


Figura 4.1 Fases de análisis de la solución

4.2 Ejemplo de Fase I, Preparación inicial del proyecto

Es netamente a nivel gerencial. Trata los objetivos macro, el alcance, tiempos y costo del proyecto y el análisis de retorno de inversión (USD-dólares americanos).

En la fase de elaboración del proyecto se realiza un análisis de retorno de la inversión. Si bien es cierto en la propuesta inicial, antes de elegir un proveedor, se estiman dichos cálculos para tomar una decisión, se muestra en este etapa los factores que determinan los costos y los beneficios del proyecto de implementación de RFID.

En primer lugar se determinan los costos del proyecto tomando en cuenta el costo unitario de determinado componente y la cantidad de los mismos (Tabla 4.1). Así mismo se establece el tiempo de ciclo de vida del proyecto. Generalmente un proyecto de RFID se puede calificar como proyecto de mediano a largo plazo, es decir que va entre los 2 a 6 años (mediano) o entre los 5 a 10 años (largo plazo). Se muestran los componentes principales del costo del proyecto:

Tabla 4.1 Costo del proyecto

_				
,		Costo unitario	Cantidad	Costo total
	Hardware de RFID			
01	Etiquetas	0.20	60000	12,000.00
02	Lectoras	1,500.00	8	12,000.00
03	Handhelds	500.00	10	5,000.00
04	Instalaciones y configuraciones	9,000.00	2	18,000.00
	Mejoras a la red	1		
05	UPS	1,000.00	8	8,000.00
06	Switches	100.00	10	1,000.00
	Consultoría			
07	Consultoría de procesos	9,600.00	2	19,200.00
	Consultoría de software(Interfaces			
08	con ERP)	7,200.00	1	7,200.00
	Personal			
09	Entrenamiento de personal	250.00	5	1,250.00
10	Reasignación de personal	2,500.00	5	12,500.00
	Mantenimiento			
11	Mantenimiento de sistema x año	10,000.00	5	50,000.00
	TOTAL USD			146,150.00

Los importes se basan en precios referenciales de los equipamientos y en el número de horas que se invierten en la implementación, multiplicados por la tarifa por hora de los recursos humanos como el tiempo de consultoría y el tiempo del personal de la empresa.

Por ejemplo, según el cronograma (Figura 4.2) para determinar el costo de las instalaciones y configuraciones se está tomando como tiempo 9 semanas en la fase de realización (fase III) considerando una tarifa de \$25 la hora del especialista en la materia. Análogamente el costo de consultoría está determinado por el tiempo que toma la fase de Bussines BluePrint (fase II) y la fase de realización respecto a la construcción de interfaces con ERP que suman 8 y 6 semanas respectivamente considerando una tarifa de \$30 la hora del especialista.

En los costos del personal se considera que la empresa invierte \$ 250 por persona asignada al proyecto durante las 10 semanas que participan en el proyecto.

Por último se estima un costo anual de mantenimiento de \$10000 anuales para asegurar la operatividad del sistema y corrección de algunas imperfecciones tanto a nivel de hardware como a nivel de software.

La gerencia determina y cuantifica los beneficios de la inversión realizada (Tabla 4.2) considerando que el ciclo de vida del proyecto es de aproximadamente 5 a 6 años, es decir que el proyecto está caracterizado como mediano plazo y se espera que retorne el capital invertido a partir del quinto año. Los beneficios estimados se comparan frente a la situación antes del sistema:

 Tabla 4.2
 Beneficios de la inversión realizada

		7.		Importes x año			
Beneficios estimados	Actual	Estim.	Delta	Actual	Estimado	Delta	
Costo de auditoría x año	9,600	4,000	5,600	9,600	4,000	5,600	
Tiempo de búsqueda de inventario							
x año(horas)	5,520	2,000	3,520	8,280	3,000	5,280	
Porcentaje de lotes que se	1						
desperdician	1.0%	0.5%	0.5%	300	150	150	
Tiempo de corrección de datos	l						
defectuosos ingresados al sistema	2.0%	0.5%	1.5%	528	132	396	
Costos de oportunidad por falta de							
información real en tiempo real	20,000	8,000	12,000	20,000	8,000	12,000	
Costo de almacenamiento	5,000	1,000	4,000	5,000	1,000	4,000	
Costo por planta parada	1,000	500	500	1,000	500	500	
Sobrecosto por horas extra	12.5%	6.0%	6.5%	3,300	1,584	1,716	
Total de beneficio x año						29,642	

Costo de la auditoria.- está basado principalmente el tiempo que demoran los auditores en comprobar los datos existentes en los registros electrónicos de la empresa y lo que realmente se tiene, de esta manera hay una relación directa entre el ahorro en el tiempo de toma de inventarios y el costo de auditoría.

Costo de tiempo de búsqueda.- se basa en el tiempo que demora un operario (2 horas) en ubicar el lote en los almacenes multiplicado por una tarifa referencial de \$1.5 la hora multiplicado por el número de operarios(10 operarios).

Se incluye un costo indirecto (SOFT) que difícilmente se puede cuantificar pero que sin embargo la gerencia puede estimar en base a su experiencia y datos estadísticos, básicamente ese costo se refiere a la pérdida de oportunidades por no lograr ofrecer en al mercado un mejor precio por falta de información de lo que se tiene o dejar de ofrecer al mercado por falta de seguridad en la fecha de cumplimiento de las entregas.

Costo de almacenamiento.- implica que la empresa se ve obligada a alquilar locales para almacenar su producción porque no tiene disponible espacio en los almacenes propios, todo esto derivado de una mala planificación por falta de información en tiempo real.

Costo por planta parada.- se refiere al importe que se paga a los operarios pese a que

no hay producción por desabastecimiento de material, esto también es derivado de una mala planificación por falta de información real de los niveles de inventarios.

Finalmente los **sobrecostos** por horas extras derivados de los trabajos que deben terminarse en los plazos fijados lo que lleva al personal a trabajar más horas al día para cumplir con las fechas, esto se deriva por problemas en la información que se maneja que al final no es congruente con la realidad, o por trabajos operativos que están en línea con los sistemas informáticos. Habiendo estimado los beneficios, se calcula el beneficio que se tendrá de manera directa (Tabla 4.3 y Tabla 4.4):

Tabla 4.3 Beneficio a mediano plazo

	Actual	Estimado	Delta
Beneficio a mediano plazo	5 aí	ios	
Costo de auditoría x año	48,000.00	20,000.00	28,000.00
Tiempo de búsqueda de inventario x año	41,400.00	15,000.00	26,400.00
Porcentaje de lotes que se desperdician	1,500.00	750.00	750.00
Tiempo de corrección de datos defectuosos			
ingresados al sistema	2,640.00	660.00	1,980.00
Costos de oportunidad por falta de información real			
en tiempo real	100,000.00	40,000.00	60,000.00
Costo de almacenamiento	25,000.00	5,000.00	20,000.00
Costo por planta parada	5,000.00	2,500.00	2,500.00
Sobrecosto por horas extra	16,500.00	7,920.00	8,580.00
Total de Beneficio a 5 años			148,210.0

La acumulación de los beneficios anuales es en base al cual se determina el ciclo de vida del proyecto a partir del cual es positivo el retorno de inversión.

Tabla 4.4 Retorno de inversión

	Importe	Beneficio	ROI
Inversión del proyecto a 5 años	\$146,150.00		
.Beneficio al primer año	\$29,642.00	20.28%	-79.72%
.Beneficio al segundo año	\$59,284.00	40.56%	-59.44%
.Beneficio al tercer año	\$88,926.00	60.85%	-39.15%
.Beneficio al cuarto año	\$118,568.00	81.13%	-18.87%
.Beneficio al quinto año	\$148,210.00	101.41%	1.41%
.Beneficio al sexto año	\$177,852.00	121.69%	21.69%

La Figura 4.2 muestra el diagrama de Gantt (en semanas). El cronograma de trabajos corresponde a un total de 26 semanas.

Cabe resaltar que hay otros beneficios que no necesariamente están cuantificados y que sin embargo representan un gran activo en la post-implementación como: Mejoramiento en nivel de satisfacción de los clientes, Mejoramiento de la calidad (mejor control de la trazabilidad), Mejoramiento de la imagen de la empresa, Posicionamiento en el mercado, Mejoramiento de procesos logísticos, Apertura de nuevos mercados, nuevos clientes, etc.

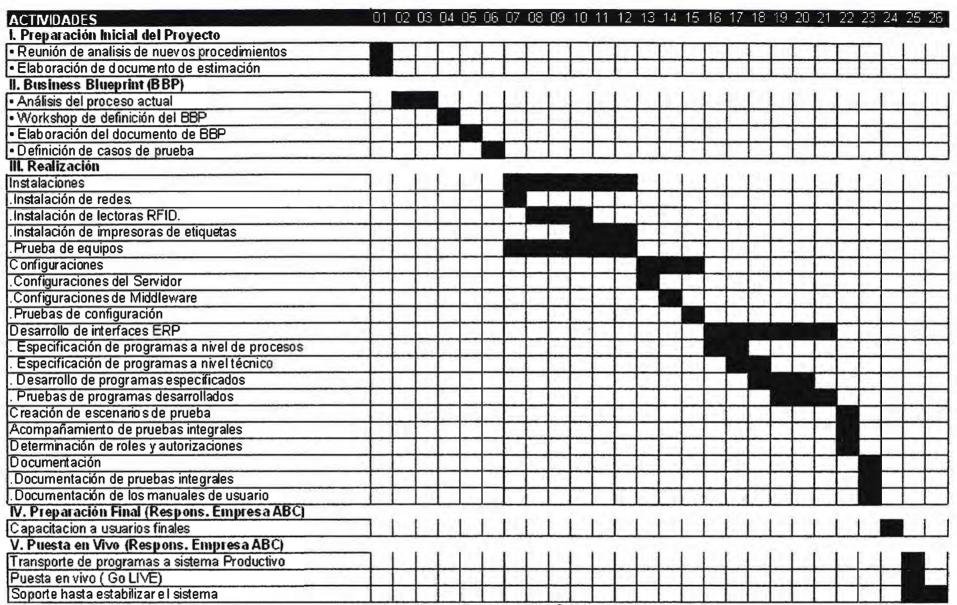


Figura 4.2 Diagrama de Gantt

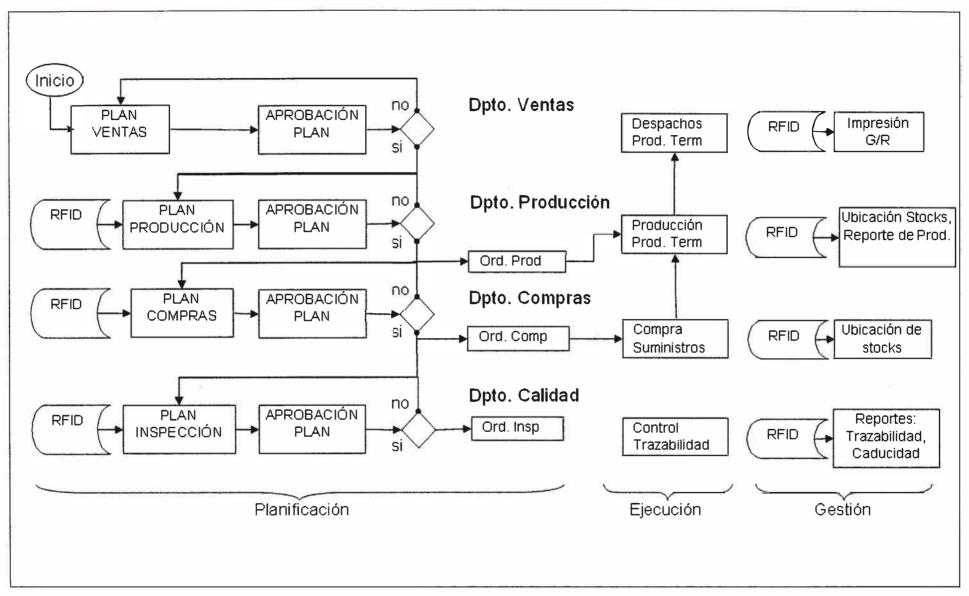


Figura 4.3 Flujo de procesos

 Tabla 4.5
 Detalle de actividades de negocio

Actividad	Descripción de la Actividad	Cargo Actual	Tiempo y Frecuencia	Modo	ERP	Gap
Crear plan de ventas	El asistente del superintendente de ventas	Asistente de superintendencia	1 semana de demora. mensual	Manua I	NO	
Aprobar plan de ventas	El superintendente de ventas aprueba o rechaza el plan de ventas.	Superintendente	Mensual	ERP	OK	
Crear plan de Producción	El asistente de producción revisa el plan de ventas y en base a las cantidades de STOCK y al empuje de la producción planifica las cantidades y fechas de los nuevos lotes a producir para satisfacer la demanda del departamento de ventas.	Asistente	1 semana demora Mensual	ERP	OK	SI
Aprobar plan de producción	El superintendente aprueba o rechaza el plan.	Superintendente	mensual	ERP	ОК	
Crear ordenes de producción	El plan de producción se ejecuta a través de creación de órdenes de producción	Asistente	mensual	ERP	OK	
Notificación de órdenes de producción	En el día a día, los lotes producidos se ingresan al sistema en forma automática a través del sistema RFID	Asistente	diaria	ERP	OK	SI
Reportar producción	El analista genera reportes en base a la información histórica almacenada en BD del ERP e información en tiempo real en base a los datos que provee el sistema RFID	Analista de procesos	diaria	ERP	ОК	SI
Despacho de Productos	El operario de almacén ubica los lotes a ser despachados.	Operario de almacén	diaria	ERP	OK	SI
Generar guías de remisión	El sistema RFID determina los lotes que están siendo despachados desde el almacén de forma automática	Operario de almacén	diaria	ERP	OK	SI

4.3 Ejemplo Fase II, Business Blueprint

En la Fase II Business Blueprint (mapa de procesos), se esquematiza un mapa para cada proceso del negocio. A modo de ejemplo se mostrará el proceso "Planificación y ejecución de producción", en donde se destaca la siguiente información:

a. Detalle de las actividades del negocio.

La Figura 4.3 muestra el proceso macro de la empresa que integra cuatro áreas en las fases de planificación, ejecución y gestión para cada una de los departamentos (ventas, producción, compras y calidad). La Tabla 4.5 muestra dicho ejemplo.

b. Información general

Se determina lo siguiente. Ver Tabla 4.6.

- 1) El responsable del proceso,
- 2) el rol del responsable,
- 3) los revisores del proceso,
- 4) las versiones de la documentación del proceso.

c. Propósito y descripción general del proceso.-

Se establece lo siguiente. Ver Tabla 4.7:

- 1) Objetivo,
- 2) limitantes,
- 3) Premisas.
- 4) Datos de Entrada y de Salida (Input y Output).

d. Flujo del proceso.-

Que corresponde a un diagrama de flujo del proceso a implementar

Tabla 4.6 Información general

Preparado po						VALUE OF THE PARTY.	
Responsable(s) del Documento				Rol en Proyec	el to/Organi	zación
Juan Pérez					Gerent	e de Opera	ciones
Control de vei	rsiones						
Versión	Estado Fecha		141	Autor		Descripción de cambio	
Versión 1	Revisado por PP	13/07/20	09	Juar	Perez	Versión i	nicial
Aprobado por							
Nombre	Rol en el proyecto		Ve	rsión.	aprob.	Firma	Fecha
Juan Pérez	Gerente de operacione	es					
Luis García	Sub-gerente de operad	ciones					
Julio Macedo	Usuario principal						
Javier Soto	Consultor Procesos						

Tabla 4.7 Propósito y Descripción general del proceso

Objetiv	os	Planificar los productos terminados a fabricar					
		Control de la planificación con datos en tiempo real					
Limitantes		Antes del proyecto, no se cuenta con información actualizada para realizar un adecuado proceso de planificación.					
		No se puede flexibilizar la planificación con distintos escenarios según va cambiando de forma dinámica los niveles de inventarios.					
Premisas		Sólo se ingresaran datos manualmente al sistema en lo referente a los pronósticos de venta.					
		Información de stock instantáneo en tiempo real será provista por el sistema RFID.					
		Información sobre el empuje de la producción de los productos terminados será provisionada por el sistema RFID.					
Datos	Inputs	Pronóstico de venta – Datos ingresados de manera manual.					
		Movimientos de Stock – Datos ingresados de forma automática desde sistema RFID					
	Outputs	Stock actual de productos terminados.					
		Reporte de movimiento de productos terminados.					
		Planificación de producción.					
	•	Planificación de compras.					
		Reporte de trazabilidad de lotes de productos terminado					

4.4 Ejemplo de Fase III, Realización

La Figura 4.4 muestra el esquema a nivel del hardware del sistema que dará el soporte físico a los procesos que se quieren mejorar. Básicamente en esta parte del proyecto se procede con las instalaciones físicas de los equipos como son:

- Etiquetas RFID.
- Lectores RFID.
- Handhelds.
- Consolas RFID.
- Computadores.
- Cableado estructurado.
- Switches.
- ERP (Servidor de aplicación)
- Servidor de Base de datos.
- UPS.
- Impresora de etiquetas.

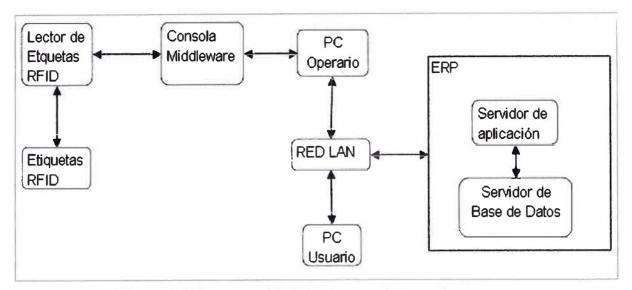


Figura 4.4 Esquema del sistema a nivel de hardware

Por otro lado, la Figura 4.5 muestra el diagrama de bloques a nivel de los procesos informáticos sobre el cual se trabaja el diseño de las interfaces que se deben construir para integrar la nueva plataforma tecnológica con los procesos de la empresa.

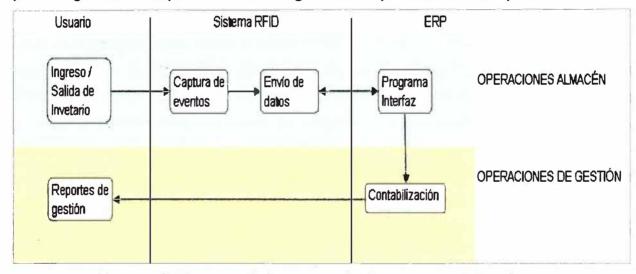


Figura 4.5 Diagrama de bloques a nivel de procesos informáticos

Para el desarrollo de las interfaces se requiere determinados procedimientos que involucran los siguientes aspectos: 1) Antecedentes, 2) Objetivos, 3) Alcance, 4) Detalle Funcional, 5) Especificaciones Técnicas de desarrollo.

4.4.1 Antecedentes

La adquisición del sistema de control de inventarios con RFID involucra la mejora de los procesos de almacenamiento de los inventarios. Para lo cual queda implícito optimizar el proceso de toma de inventarios en almacenes de producto terminado.

Como parte del proyecto de RFID, en los almacenes de producto terminado se encuentran instalados dispositivos que permiten detectar el ingreso, salida y estado actual de los inventarios que transitan por ellos. Estos dispositivos generan información

en tiempo real e incrementa la productividad del personal que ya no destina parte de su tiempo en ingresar manualmente los datos de las cantidades y variedades de productos al sistema ERP.

Antes de la implementación del sistema RFID, los datos eran ingresados al sistema ERP de manera manual después de contabilizar manualmente la cantidad de inventario. Además dichos ingresos no se realizaban en tiempo real, se ha evidenciado que los ingresos de dichos datos se realizaban al final del día o incluso al día siguiente de la operación realizada. Además, muchas veces se ha detectado errores tipográficos que generaban inconsistencias al momento de realizar la gestión o informes gerenciales. Dichos errores van desde el ingreso incorrecto de la fecha hasta el ingreso incorrecto de las cantidades.

4.4.2 Objetivos

Optimizar el proceso de ingreso de datos al sistema ERP

4.4.3 Alcances

La optimización del proceso de ingreso de datos al sistema ERP está limitada a los datos que son generados desde el sistema RFID instalado en los almacenes de producto terminado. Así mismo la optimización en este contexto significa el desarrollo de una interfaz que envíe los datos desde el sistema RFID a la Base de Datos del ERP de acuerdo al modelo de negocio que se ha revisado en la documentación de BBP(Business BluePrint).

La información procesada por el sistema RFID es almacenada temporalmente en el sistema RFID (o a lo más se guarda registros de back-up de 1 día) y tiene que ser enviada en tiempo real al sistema ERP para la gestión correspondiente de acuerdo a los planos del negocio.

El sistema ERP debe recibir la información enviada desde el sistema RFID y procesarla en tiempo real como si se tratara de un ingreso manual, es decir, con las mismas funcionalidades que el operario utiliza para ingresar los datos manualmente.

Debe contarse con un sistema de alerta temprana que pueda advertir a los operarios en casos de errores en el proceso de automatización para que se pueda ingresar los datos de manera manual o reiniciar el proceso sin que haya el riesgo de duplicar la información o pérdida de la misma. Además de contar con un LOG de proceso para que el área de sistemas pueda analizar y monitorear el funcionamiento de la interfaz.

Cómo parte del modelamiento del software se ha diseñado el siguiente diagrama de casos de uso en UML (Figura 4.6) en el que se detalla los procesos involucrados en la implementación del software que soportará la nueva plataforma tecnológica implementada.

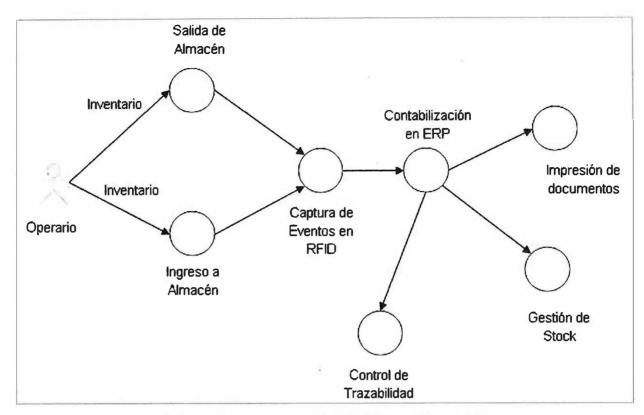


Figura 4.6 Diagrama de casos de uso en UML

El diagrama de casos de uso sirve para dar visibilidad de los procesos informáticos que se llevarán a cabo a nivel de usuario ya que describe claramente un escenario real. Además dicho diagrama es el punto de partida del modelamiento del software que se requerirá para lograr integrar la nueva plataforma tecnológica con los procesos de la empresa.

4.4.4 Detalle funcional

Se verán los siguientes aspectos:

- a. Procesos de movimientos de inventario en almacenes de Producto Terminado
- b. Casos de Prueba
- a. Procesos de movimientos de inventario en almacenes de Producto Terminado Se desarrolla:1) Ingreso de producto a almacén y 2) Salida de producto del almacén.

a.1 Ingreso de producto a almacén

Este proceso tiene la siguiente dirección: RFID → ERP

Un ingreso a almacén puede generarse por los siguientes motivos:

Ingresos desde producción.

Ingresos por devolución.

Ingreso por traslado desde otro almacén.

Los almacenes de producto terminado detectan el ingreso de nuevo inventario ya que cuentan con una instalación de lectura de RFID en la entrada del almacén. El sistema RFID es capaz de proveer la siguiente información:

- Id. Del producto.
- Cantidad de producto.
- Id. Lote de producción.
- Origen del lote (producción, devolución. Calidad).
- Id. Almacén.
- Fecha y hora.

De esta manera esta información es el INPUT para la interfaz. La información de salida sería:

- Documento de contabilización de ingreso a almacén.
- Incremento de stock.

a.2 Salida de producto del almacén

Este proceso tiene la siguiente dirección: RFID → ERP

Una salida desde almacén puede generarse por los siguientes motivos:

- Despacho.
- Traslado de almacén.

Los almacenes de producto terminado detectan la salida de inventario ya que cuentan con una instalación de lectura de RFID tanto la salida para despachos como en la salida para traslados. El sistema RFID es capaz de proveer la siguiente información:

- Id. Del producto.
- Cantidad de producto.
- Id. Lote de producción.
- Id. Almacén.
- Fecha y hora.

De esta manera esta información es el INPUT para la interfaz. La información de salida sería:

- Documento de contabilización de salida de almacén.
- Decremento de stock.

b. Casos de prueba

Estos se explican mediante la Figura 4.7 que agrupa a varias tablas. Se describen los pasos que el analista de pruebas (Testing) debe realizar.

Caso de Prueba	
ID Caso de Prueba	
Caso de Prueba	
Descripción del Proceso	Interface RFID - SAP
Prioridad	Baja
Ciclo de Prueba de Integración:	

Prerequisitos

Prerequisitos	<u>Descripción</u>	Responsable
Sistema RFID operativo	El sistema RFID ya está instalado y en pruebas de testeo	
Interconexión RFID - SAP operativo	El sistema RFID está interconectado a las terminales SAP	

Data de Prueba

Objeto de Data	Valor/Código	<u>Descripción</u>	Comentarios/Notas
Lote de producción	LOTE-11-2010	ld. Lote de producción	Desde RFID
Almacén	3000	ld. Del almacén donde se realizan las pruebas	

Pasos de Prueba

Pasos	Paso de Integración/Objetivo	Programa/Interf	Equipo de Prueba	Responsable del paso	Consideraciones / Data de Entrada	Resultados Esperados	Resulta do Actual	Ref/# Doc Generado	Fecha de Prueba
001	Ingreso Lote a Almacén		Consultoria	Javier Soto	El operario debe ingresar al almacén el lote de producción que cuenta con RFID	Sistema RFID reconoce el ingreso y envía la data a ERP	OK		
002	Transferencia de data a ERP		Consultoria	Javier Soto	ERP recibe datos desde RFID , los procesa y almacena en BD	Incremento de stock en el sistema	ОК		
003	Generación de LOG		Consultoria	Javier Soto	Los datos delRFID deben grabarse en la tabla de BD creada	Se almacena status de la operación: si fue exitos, si existieron errores,etc	ОК		
004	Salida de alamcén		Consultoria	Javier Soto	El operario debe sacar del almacén un lote de producto terminado que cuenta con RFID	Sistema RFID reconoce la slida y envía la data a ERP	ОК		
005	Transferencia de data a ERP		Consultoria	Javier Soto	ERP recibe datos desde RFID , los procesa y almacena en BD	Decremento de Stock en el sistema	ок		
006	Generación de LOG		Consultoria	Javier Soto	Los datos delRFID deben grabarse en la tabla de BD creada	Se almacena status de la operación: si fue exitos, si existieron errores,etc	ОК		

Figura 4.7 Tablas para el caso de pruebas

4.4.5 Especificaciones técnicas de desarrollo

Se requiere desarrollar tres interfaces para cada subproceso de los movimientos en los almacenes de Productos Terminados. Se trata en dos partes; a) Consideraciones generales y b) Descripción de procesos técnicos

a. Consideraciones generales

Cada interfaz desarrollada debe contar con un registro de log de los procesos que se ejecutan para determinar si la ejecución se realizó con éxito o hubo errores en los mismos. Este log de proceso servirá para monitorear el adecuado proceso que se ha implementado.

Para tal fin, en el ERP se debe construir una nueva tabla en la base de datos que permita almacenar cada procesamiento. El diseño de la Tabla 4.8 se muestra a continuación:

CAMPO CLAVE TIPO LONGITUD DESCRIPCIÓN 1 MANDT **NUMC** 3 Mandante X 2 TIPOPRO CHAR 1 Tipo de proceso : 1 Ingreso, 2 Salida Χ CHAR 8 Fecha AAAAMMDD 3 FECHA X 4 CORREL **NUMC** 4 Correlativo X 5 MATNR 18 Material CHAR 6 WERKS 4 Centro/Planta CHAR 7 LGORT CHAR 4 Almacén 8 CHARG 10 Lote CHAR 9 MENGE DEC 13.3 Cantidad 10 MEINS 3 Unidad de medida CHAR 11 TMSJ CHAR 1 Tipo de mensaje: 'S' éxito, 'E' error 12 MSJ CHAR 220 Mensaje de proceso.

Tabla 4.8 Log de proceso interfaz RFID - ERP

La Tabla 4.9 muestra un ejemplo de los datos que se registrarán en los eventos de ingreso de mercadería al almacén y de salida del almacén.

 Tabla 4.9
 Ejemplo de tabla de base de datos

MANDT	TIPO	FECHA	COR	MATNR	WERKS	LGORT	CHARG	MENGE	MEINS	T	MSJ
300	1	20100701	1	TFEV- 001-200	CE01	PT01	AA12345678	1000.000	UN	S	Se contabilizó el ingreso de material
300	1	20100701	2	TFEV- 001-200	CE01	PT01	AA123456FF	2000.000	UN	E	No existe lote en el sistema
300	2	20100702	1	TFEV- 001-600	CE01	PT01	AA123456FE	500.000	UN	S	Se contabilizó el ingreso de material
300	2	20100702	2	TFEV- 001-200	CE01	PT01	AA1234567R	3000.000	UN	E	No hay suficiente stock
300	2	20100703	3	TFEV- 001-200	CE01	PT01	AA123456TT	4000.000	UN	E	El material está bloqueado

b. Descripción de procesos técnicos

Se detalla los procesos técnicos siguientes: 1) Interfaz para ingresos de productos a almacén, 2) Interfaz para salida de productos de almacén.

b.1 Interfaz para ingresos de productos a almacén

El middleware RFID llamará a la interfaz implementada en el ERP para transmitir los datos. Para tal fin debe nombrarse a la interfaz como ZMMI_IN_PT y debe tener los siguientes parámetros (Tabla 4.10):

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
MATNR	CHAR	18	Código de material
MENGE	DEC	13,3	Cantidad
MEINS	CHAR	3	Unidad de medida base
CHARG	CHAR	10	Código de lote
ORIGEN	CHAR	1	1': Producción, '2' : 'Devolución','3':Calidad
ALMACEN	CHAR	8	Almacén
DATUM	CHAR	8	Fecha AAAAMMDD
UZEIT	CHAR	6	Hora HHMMSS

 Tabla 4.10
 Parámetros de interfaz en ERP para el ingreso

Luego se debe llamar a las rutinas prefabricadas del ERP para realizar la contabilización de los ingreso de los productos en el sistema. Finalmente se debe escribir en la tabla de LOG del proceso los resultados de la operación realizada.

b.2 Interfaz para salida de productos de almacén

El middleware RFID llamará a la interfaz implementada en el ERP para transmitir los datos. Para tal fin debe nombrarse a la interfaz como ZMMI_OU_PT y debe tener los siguientes parámetros (Ver Tabla 4.11):

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
MATNR	CHAR	18	Código de material
MENGE	DEC	13,3	Cantidad
MEINS	CHAR	3	Unidad de medida base
CHARG	CHAR	10	Código de lote
ALMACEN	CHAR	8	Almacén
DATUM	CHAR	8	Fecha AAAAMMDD
UZEIT	CHAR	6	Hora HHMMSS

Tabla 4.11 Parámetros de interfaz en ERP para la salida

Luego se debe llamar a las rutinas prefabricadas del ERP para realizar la contabilización de los ingreso de los productos en el sistema.

Finalmente se debe escribir en la tabla de LOG del proceso los resultados de la operación realizada. En el anexo B (Código Fuente) se muestra el código fuente desarrollado en lenguaje ABAP propio del ERP SAP.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1. Se ha demostrado que las mejoras que ofrece el sistema RFID garantiza un retorno de inversión a mediano plazo estimando sólo algunos costos que el uso de dicha tecnología implica, además se observa que el 50% de la recuperación de la inversión por año se debe a la reducción en los tiempos de búsqueda y sobrecostos por horas extras. Sin embargo existen otros beneficios que son difícilmente cuantificables como por ejemplo mejorar la imagen de la empresa o potencializar la demanda de sus productos.
- 2. Además de resolver temas de operatividad al disminuir los procedimientos manuales de ingreso de información al sistema la tecnología RFID permite tener información en tiempo real ya que los movimientos en los almacenes quedan registrados automáticamente o en su defecto pueden ser consultados en cualquier instante (Inventario físico instantáneo). Llevar el registro de los movimientos en los almacenes y tener identificado cada lote de producto garantiza a la vez una trazabilidad inherente al uso de etiquetas RFID.
- 3. Se demuestra además que las soluciones no deben verse de manera aislada sino en conjunto para determinar la validez o el valor de determinada tecnología, es así que se ve la importancia de la gestión en la implementación de la tecnología RFID para que esta pueda ser entendida a otros niveles del proceso de negocio de la empresa, es así que se demuestra la importancia que juega la ingeniería electrónica como proveedora de información en tiempo real ya que descrita sólo a nivel técnico no representa valor agregado como producto que se ofrezca al mercado.
- 4. La tecnología RFID implementada es versátil y puede fácilmente ser ampliada a otros aspectos de las actividades de la empresa con un menor costo de implementación ya que en la primera implementación ya se cargo el costo de aprendizaje y de adaptación al cambio. Estas nuevas actividades pueden referirse a control de los activos fijos, control de accesos restringidos a personal, etc.
- 5. Los tiempos de implementación mostrados son atractivos pero está limitado a un análisis preliminar restringiendo varias actividades que le sumarian mayor detalle. Así mismo los costos de implementación pueden variar de acuerdo a los costos de adquisición de los equipos según las marcas o requerimientos adicionales que se necesiten.

- 6. Los beneficios mostrados son respecto a los tiempos que se necesita manualmente o incluso respecto a la toma de inventario con escáner para código de barras que requieren línea de visión y manipulación de un operario.
- 7. En los últimos años las empresas han optado por tercerizar actividades que no son el núcleo de sus operaciones, en ese sentido todo lo que es tecnologías de la información es subcontratado para evitar costos laborales. En análisis del caso de estudio no se refiere en ese sentido a la implementación del sistema, es decir, los costos especificados están asociados a cada actividad y lo asume la empresa. En el caso contrario, simplemente aparecerían dos conceptos que serían servicios TI (Tecnología de la información) y alquiler de equipos. En ambos casos, los beneficios en la optimización de los procesos son los mismos, sólo es un tema de costos a largo o mediano plazo o de políticas de la empresa.
- 8. No se puede entrar en el detalle de los aspectos técnicos ya que estas tecnologías ya vienen prefabricadas, es decir todos sus dispositivos ya tienen las funcionalidades esperadas por lo que se recomienda que cualquier análisis debe orientarse a la integración de una nueva tecnología a los procesos actuales que tiene un empresa. Por ello el énfasis en los procesos logísticos e informáticos que son los que finalmente son modificables y flexibles a cambios durante el tiempo de vida útil de la nueva tecnología aplicada.
- 9. Para lograr una gran sinergia como negocio se recomienda integrar Hardware, Software y Procesos empresariales ya que la suma de estos conceptos representan el total del valor que una empresa requiere para su negocio. Cabe resaltar que en los costos de implementación, más del 60 % del total está asignado a costos en servicios de consultoría y software y sólo aproximadamente 20% en hardware, de ahí la tendencia de generar valor agregado en la implementación de nuevas tecnologías a partir de la integración de procesos a través de software. Y esto es de vital importancia ya que como se sabe el Perú no es productor de nuevas tecnologías por lo que se las tiene que importar del extranjero, sin embargo dichas tecnologías finalmente tienen que ser implementadas e integradas y para ello sólo se requiere conocimiento a nivel de procesos de negocios y de desarrollo de software y es en esos rubros en los que finalmente se genera el valor agregado.

ANEXO A GLOSARIO DE TÉRMINOS

RFID Radio Frecuency IDentification

EPC Electronic Product Code

ERP Enterprise resource planning

ISO International Organization for Standardization

UML Lenguaje unificado de modelado

OSI Open System Interconexion

IBM International Business Machine

SAP Sistemas, Aplicaciones y Productos

ABAP Advanced Business Application Programming

ANEXO B CÓDIGO FUENTE

```
*******************
* System-defined Include-files.
*********************
                            " Global Data
INCLUDE LZPRUEBATOP.
                           " Function Modules
INCLUDE LZPRUEBAUXX.
*******************
* User-defined Include-files (if necessary).
******************
INCLUDE LZPRUEBAF01.
*£_____*&____*&
*& INCLUDE LZPRUEBATOP PARA DECLARACIÓN DE DATOS
*c----*c
*& Autor : Javier Soto Castillo
*& Fecha : 01.09.2010
*& Declaración de variables globales.
3*----3*
 DATA:
  gi correl TYPE i, "Correlativo.
  gs_code TYPE bapi2017_gm_code, gs_mblnr TYPE bapi2017_gm_head_ret-mat_doc, "Documento.gs_mjahr TYPE bapi2017_gm_head_ret-doc_year."Año.
*&-----
*& Declaración de constantes.
 CONSTANTS:
 cs_tipo(1) TYPE c VALUE '1', "Ingreso almacen.
 cs centro(4) TYPE werks d VALUE 'C001'."Código de Planta.
*& Declaración de estructuras y tablas internas.
* & - - - - - - - - - - - - - - - - * &
 DATA:
* Encabezado para documento a contabilizarse.
  gw header TYPE bapi2017 gm head 01,
* Detalle de documento a generarse.
  gw item TYPE bapi2017 gm item create,
  gt item TYPE STANDARD TABLE OF bapi2017 gm item create,
* Mensajes.
  gw return TYPE bapiret2,
  gt return TYPE STANDARD TABLE OF bapiret2,
* Log de proceso.
  gw_log TYPE zlog,
  gt log
        TYPE STANDARD TABLE OF zlog.
FUNCTION z mmi in pt.
                *& Programa Interface : Ingreso de Productos Terminados
*& Creado por : Javier Soto Castillo.
*& Fecha : 01.09.2010
*& Descripción : Contabilización de movimientos de inventario
              lanzados desde sistema RFID.
*& LOG DE MODIFICACIONES
Autor Id. Descripción
*& Fecha
* Determina correlativo del día.
 CLEAR gi correl.
```

```
SELECT MAX ( correl ) INTO gi correl FROM zlog
   WHERE tipopro EQ cs tipo
     AND fecha EQ sy-datum. "Fecha actual del sistema.
* Validación de datos ingresados.
 PERFORM valida material USING zmmi in pt-matnr
                         TABLES gt log. "Valida Material.
                         USING zmmi in pt-charg
 PERFORM valida lote
                               zmmi in pt-matnr
                         TABLES gt log. "Valida Lote.
                         USING zmmi_in_pt-lgort
 PERFORM valida almacen
                         TABLES gt log. "Valida almacén.
* De acuerdo al origen se determinan los datos que deben
* contabilizarse.
 CASE zmmi in pt-origen.
   WHEN '1'. "Producción.
     PERFORM ingreso produccion.
   WHEN '2'. "Devolución.
     PERFORM ingreso devolucion.
   WHEN '3'."Calidad.
     PERFORM ingreso calidad.
   WHEN OTHERS.
 ENDCASE.
* Contabilizar ingreso de producto.
 CALL FUNCTION 'BAPI GOODSMVT CREATE'
   EXPORTING
     goodsmvt header = gw header
     goodsmvt code = gs code
   IMPORTING
     materialdocument = gs mblnr
     matdocumentyear = gs mjahr
   TABLES
                      = gt item[]
     goodsmvt item
                      = gt return[].
     return
* Verfica si hubo errores al momento de contabilizar.
 IF gs mblnr IS INITIAL.
* No se generó documento de contabilización,
* los mensajes de errores se escriben en la tabla LOG.
   LOOP AT gt return INTO gw return.
     ADD 1 TO gi correl.
     CLEAR gw log.
     gw_log-tipopro = cs_tipo.
                                        "Tipo Ingreso.
                                        "Fecha del sistema.
     gw_log-fecha = sy-datum.
     gw_log-correl = gi correl.
                                         "Correlativo.
     gw log-matnr = zmmi in pt-matnr. "Material.
     gw log-werks = cs centro.
                                         "Centro/Planta.
     gw_log-lgort = zmmi_in_pt-lgort. "Almacén.
     gw log-charg = zmmi in pt-charg. "Lote.
     gw log-menge = zmmi in pt-menge. "Cantidad.
     gw log-meins = zmmi in pt-meins. "Unidad de medida.
                    = gw_return-type. "Tipo Mensaje.
     gw log-tmsj
                  = gw_return-message."Mensaje de proceso.
     gw log-msj
     APPEND gw log TO gt log.
   ENDLOOP.
 ELSE.
* Se generó documento de contabilización.
* Se escribe en LOG el mensaje de éxito y el documento
* que se generó respectivamente.
   ADD 1 TO gi correl.
```

```
CLEAR gw log.
   gw_log-tipopro = cs_tipo.
gw_log-fecha = sy-datum.
gw_log-correl = gi_correl.
"Tipo Ingreso.
"Fecha del sistema.
"Correlativo.
   gw log-matnr = zmmi in pt-matnr. "Material.
   gw_log-werks = cs_centro. "Centro/Planta.
gw_log-lgort = zmmi_in_pt-lgort. "Almacén.
   gw_log-charg = zmmi_in_pt-charg. "Lote.
gw_log-menge = zmmi_in_pt-menge. "Cantidad.
gw_log-meins = zmmi_in_pt-meins. "Unidad de medida.
   gw_log-tmsj = ^{r}S_{\overline{}}.
                                      "Tipo Mensaje.
   CONCATENATE
    'Se generó el documento' gs mblnr
    'para el ejercicio ' gs_mjahr
    INTO gw log-msj.
                                    "Mensaje de proceso.
   APPEND gw log TO gt log.
 ENDIF.
ENDFUNCTION.
*&INCLUDE LZPRUEBAF01 DE SUBRUTINAS
*& Autor : Javier Soto Castillo
*& Fecha : 01.09.2010
*-----*
*& Form VALIDA MATERIAL
     Valida que código de material sea correcto en base al maestro de materiales.
      .____
     -->PF MATNR Código de material
     -->PT LOG Log de validación de material.
*-----*
FORM valida material USING pf matnr TYPE mara-matnr
                   TABLES pt log STRUCTURE zlog.
 DATA: 1 matnr TYPE mara-matnr.
* Lectura de maestro de materiales en BD.
 SELECT SINGLE matnr INTO 1 matnr FROM mara
   WHERE matnr EQ pf matnr.
 IF sy-subrc NE 0. "Error.
   ADD 1 TO gi correl.
   CLEAR gw_log.
   gw_log-tipopro = cs_tipo.
gw_log-fecha = sy-datum.
                                   "Tipo Ingreso.
                                   "Fecha del sistema.
   APPEND gw log TO gt log.
 ENDIF.
          " VALIDA MATERIAL
ENDFORM.
   Form VALIDA LOTE
* & -----
* Se valida que exista el lote para el material.
*----
* -->PF CHARG Código de lote
```

```
-->PF MATNR Código de material
      -->PT LOG Log de validación para lote
FORM valida lote USING pf_charg TYPE mcha-charg
                  pf_matnr TYPE mara-matnr TABLES p_gt_log STRUCTURE zlog.
  DATA: 1 charg TYPE mchb-charg. "Lote.
* Lectura de lote para material desde BD.
  SELECT SINGLE charg INTO 1 charg FROM mcha
    WHERE matnr EQ pf_matnr
      AND werks EQ cs_centro "centro/planta
      AND charg EQ pf charg.
  IF sy-subrc NE 0. "Error.
   ADD 1 TO gi correl.
    CLEAR gw log.
    gw log-tipopro = cs tipo.
                                        "Tipo Ingreso.
    gw_log-fecha = sy-datum.
                                       "Fecha del sistema.
   gw_log-recha = sy-datum.
gw_log-correl = gi_correl.
gw_log-mathr = pf_mathr.
gw_log-charg = pf_charg.
gw_log-tmsj = 'E'. "Lote.
gw_log-msj = 'No existe lote'."Mensaje de proceso.
"Tipo Mensaje.
   APPEND gw log TO gt log.
               " VALIDA LOTE
ENDFORM.
*& Form VALIDA ALMACEN
* Se valida código de almacén desde el maestro de almacenes.
        ______
      -->PF LGORT Código de almacén
      -->PT LOG Log de validación de almacén
*----
FORM valida_almacen USING pf lgort TYPE t0011-lgort
               TABLES pt log STRUCTURE zlog.
 DATA: 1 lgort TYPE t0011-lgort.
* Lectura de maestro de almacenes desde BD.
 SELECT SINGLE lgort INTO l_lgort FROM t0011
  WHERE werks EQ cs centro
    AND lgort EQ pf lgort.
  IF sy-subrc NE 0. "Error.
   ADD 1 TO gi_correl.
    CLEAR gw log.
   gw_log-tipopro = cs_tipo. "Tipo Ingreso.
gw_log-fecha = sy-datum. "Fecha del sistema.
gw_log-correl = gi_correl. "Correlativo.
gw_log-lgort = pf_lgort. "Almacén.
gw_log-tmsj = 'E'. "Tipo Mensaje.
gw_log-msj = 'No existe almacén'. "Mensaje de proceso.
   APPEND gw log TO gt log.
 ENDIF.
               " VALIDA ALMACEN
ENDFORM.
   Form INGRESO PRODUCCON
* & -----
     Se encuentra la orden de producción y se llena
      las variables gw header y la tabla interna gt item.
*-----
FORM ingreso produccion .
 DATA: l aufnr TYPE afpo-aufnr. "Orden de producción.
```

```
* Datos de encabezado.
 CLEAR gw header.
 gw header-pstng date = sy-
datum. "Fecha de contabilización en el documento
 qw header-doc date = sy-datum. "Fecha de documento en documento
*qw header-REF DOC NO "Número de documento de referencia
*aw header-
BILL OF LADING"Número de carta de porte en entrada de mercancías
*gw header-GR GI SLIP NO"N° vale de acompañamiento mercancías

gw_header-pr_uname = sy-uname."Nombre de usuario
 gw header-header txt = 'Ingreso Prod.'."Texto de cabecera de documento
* Datos de posición.
* Selección de orden de produccion para el lote.
 SELECT SINGLE aufnr INTO 1 aufnr FROM afpo
   WHERE matnr EQ zmmi in pt-matnr
     AND charg EQ zmmi in pt-charg.
 CLEAR gw item.
 qw item-material = zmmi in pt-matnr. "número de material
 gw item-plant = cs centro."centro
 gw_item-stge_loc = zmmi_in_pt-lgort_d."almacén
 gw item-batch = zmmi in pt-charg."número de lote
 gw item-move type = '101'."clase de movimiento (gestión stocks)
 gw item-entry qnt = zmmi in pt-menge." cantidad
 gw_item-entry_uom = zmmi_in_pt-meins."unidad de medida de entrada
 gw item-order id = l aufnr. "Orden de producción.
 APPEND gw item TO gt item.
                          " INGRESO PRODUCCON
ENDFORM.
*& Form INGRESO DEVOLUCION
*&------
   text
FORM ingreso devolucion .
* Datos de encabezado.
 CLEAR gw header.
 gw header-pstng date = sy-
datum. "Fecha de contabilización en el documento
 gw header-doc date = sy-datum. "Fecha de documento en documento
*gw header-REF DOC NO "Número de documento de referencia
*gw header-
BILL OF LADING"Número de carta de porte en entrada de mercancías
*gw header-GR GI SLIP NO"N° vale de acompañamiento mercancías
 gw_header-pr_uname = sy-uname."Nombre de usuario
 gw header-
header txt = 'Devolución Prod.'."Texto de cabecera de documento
* Datos de posición.
* Selección de orden de produccion para el lote.
 SELECT SINGLE aufnr INTO 1 aufnr FROM afpo
   WHERE matnr EQ zmmi in pt-matnr
     AND charg EQ zmmi in pt-charg.
 CLEAR gw item.
 gw item-material = zmmi in pt-matnr. "número de material
 gw_item-move_type = '602'."clase de movimiento (gestión stocks)
 gw item-entry qnt = zmmi in pt-menge." cantidad
  gw item-entry uom = zmmi in pt-meins."unidad de medida de entrada
```

```
gw item-order id = l_aufnr. "Orden de producción.
 APPEND gw item TO gt item.
                      " INGRESO DEVOLUCION
ENDFORM.
*& Form INGRESO CALIDAD
   text
FORM ingreso calidad .
* Datos de encabezado.
 CLEAR gw header.
 gw header-pstng date = sy-
datum. "Fecha de contabilización en el documento
 gw header-doc date = sy-datum. "Fecha de documento en documento
*gw header-REF DOC NO "Número de documento de referencia
*gw header-
BILL OF LADING"Número de carta de porte en entrada de mercancías
*gw header-GR GI SLIP NO"N° vale de acompañamiento mercancías
 gw header-pr uname = sy-uname."Nombre de usuario
 qw header-header txt = 'Calidad'."Texto de cabecera de documento
* Datos de posición.
* Selección de orden de produccion para el lote.
 SELECT SINGLE aufnr INTO 1 aufnr FROM afpo
   WHERE matnr EQ zmmi in pt-matnr
     AND charg EQ zmmi in pt-charg.
 CLEAR gw item.
 gw item-material = zmmi in pt-matnr. "número de material
 gw item-plant = cs centro."centro
 gw item-stge loc = zmmi in pt-lgort d."almacén
 gw item-batch = zmmi in pt-charg."número de lote
 gw item-move type = '301'."clase de movimiento (gestión stocks)
 gw_item-entry_qnt = zmmi_in_pt-menge." cantidad
gw_item-entry_uom = zmmi_in_pt-meins."unidad de medida de entrada
  gw_item-order_id = l_aufnr. "Orden de producción.
 APPEND gw item TO gt item.
ENDFORM.
                          " INGRESO CALIDAD
```

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jerry Bancks, et al "RFID Applied", John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [2] Daniel hunt, et al, "RFID A guide to Radio Frequency Identification", John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [3] Pasquerell, "RFID Tracks Critical Manufacturing Processes." Integrated Solutions, 2006.
- [4] Diario El Comercio, "La importancia de la Trazabilidad", Suplemento Mi Empresa del 30 de mayo de 2010.
- [5] SAP, "Procesos empresariales en gestión de calidad", Manual de participante, Versión del curso 2do. Trimestre 2006.
- [6] RFIDNewa, "RFID saves strawberries in European fruit supply chain", http://www.rfidnews.org/2009/09/01/rfid-saves-strawberries-in-european-fruit-supply-chain?tag=Food_Supply.
- [7] FKILogistex, "RFID Solutions for Material Handling". 2006.
- [8] EPCglobal,"Guidelines on EPC for Consumer Products", http://www.epcglobalinc.org/public/ppsc_guide,
- [9] Barthel, Henri, "Regulary Status for using RFID in the UHF Spectrum", 2007.