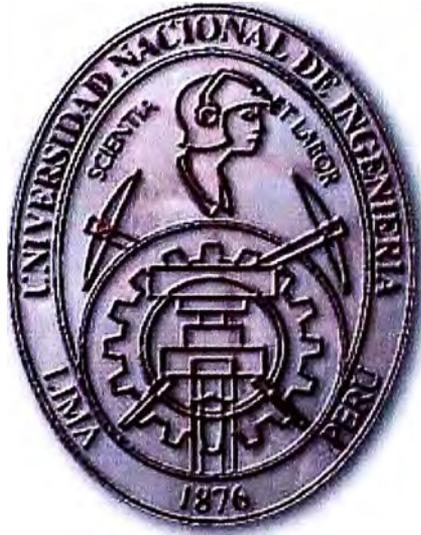


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS (SOA)  
EN LA INDUSTRIA DE LA MANUFACTURA**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:  
JORGE WILDER AGREDA ARRIETA**

**PROMOCIÓN  
1990-1**

**LIMA – PERÚ  
2007**

**ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS (SOA)**

**EN LA INDUSTRIA DE LA MANUFACTURA –**

**Caso específico Industria de Cueros y Calzados**

*Dedico este trabajo:*

*A quienes me enseñaron el placer del conocimiento y el saber, mis  
padres Juan y Yolanda.*

*A mi hermano Renán por su guía, consejos y apoyo en todo momento.*

*A Liz y a mi preciosa sobrina que me colma de alegría.*

*A Elizabeth por su apoyo y comprensión.*

*Al arte de las musas que con sus melodías, armonías y ritmos graban las huellas de mi  
existencia - La música.*

*A la vida ...*

## SUMARIO

El presente trabajo se enmarca dentro del campo de las nuevas tendencias en arquitecturas IT que permiten brindar soluciones a las empresas en un entorno competitivo y cambiante. Dentro de este marco los objetivos mas importantes planteados son:

- Mostrar una aproximación a las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA) y su enfoque hacia la industria de la manufactura.
- Analizar la problemática que enfrenta las industrias de la manufactura en relación a la integración de sus sistemas y al dinamismo del mercado.
- Desarrollar una solución SOA a la problemática de integración de los Sistemas Gerenciales con los Sistemas de Planta en la industria de la manufactura.

La estructura del trabajo consta de cuatro capítulos:

En el Capitulo I describimos los conceptos relacionados con las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA).

En el Capitulo II analizamos el concepto del Índice de Rendimiento en los Equipos de Manufactura (OEE) como una forma de medir la eficiencia en la producción (punto de mejora con SOA).

En el Capitulo III analizamos la problemática de los sistemas ERP en la industria de la manufactura y se plantean propuestas de solución basados en SOA.

En el Capítulo IV desarrollamos una implementación SOA como una solución a la problemática de la falta de interconexión entre los Sistemas Empresariales y Sistemas de Planta.

El modelo de solución SOA de una línea de producción de calzados aquí planteado integra las áreas de gerencia y negocio con las áreas de producción y manufactura en planta. Una solución adaptada a nuestra realidad puede tomar en cuenta este modelo como un marco general de trabajo y adaptarlo a las áreas específicas de cada empresa, de acuerdo a su realidad. SOA puede implantarse en forma gradual.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS (SOA)</b>	<b>2</b>
1.1.- Introducción a las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA)	2
1.2.- Respuestas a las inquietudes frecuentes sobre SOA	3
1.2.1.- ¿Que es SOA?	3
1.2.2.- ¿Porque lo necesitaría?	4
1.2.3.- ¿Qué me ahorraría?	4
1.2.4.- ¿De que me perdería si no lo tengo?	4
1.2.5.- ¿Que es un Servicio?	4
1.2.6.- ¿Que es un Servicio Web (Web Services)?	5
1.2.7.- ¿Cuáles son los componentes de un Servicio Web?	5
a) XML (Extensible Markup Language)	5
b) SOAP (Simple Object Access Protocol)	6
c) WSDL (Web Services Description Language)	7
d) UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration)	7
1.2.8.- ¿Es SOA la última idea brillante de la industria IT?	7
1.2.9.- Algunas cifras referenciales	8
1.3.- El valor del negocio y los beneficios de SOA	9
1.3.1.- Agilidad: El más grande beneficio de SOA a los negocios	10
1.4.- La agilidad en el negocio según SOA	12
1.4.1. - El acoplamiento débil (Loosely coupled)	12
1.4.2.- La reutilización de activos	15
1.4.3.- La extensibilidad	16
1.5.- Retorno de la Inversión (ROI) para SOA	19
1.6.- Factores que determinan el ROI para SOA	19
1.6.1- Costos y gastos	20

a) Requerimientos de hardware	20
b) Requerimientos de software	20
c) Requerimientos de entrenamiento	21
d) Requerimientos de ancho de banda	21
e) Herramientas de monitoreo	21
f) Costos de consultoría	21
1.6.2- Beneficios técnicos	21
a) Automatización en el desarrollo del Software	21
b) Fluidez de la tecnología middleware	22
c) Uso de integración basado en estándares	22
d) Integración con las aplicaciones y el BMP (Business Process Management)	22
e) El fin de la duplicidad de código de software y la reusabilidad	22
1.6.3- Beneficios en el negocio	22
a) Productividad del usuario final	23
b) Participar en la dinámica de los negocios	23
c) Actividades de colaboración en el negocio	23
d) Mejor y mas barato servicio a clientes	23
e) Otros beneficios	23
1.7.- El modelo de referencia para la Arquitectura Orientado a Servicios	25
1.7.1.- Capa 1: Capa de los sistemas de la empresa	25
1.7.2.- Capa 2: Capa de los componentes	25
1.7.3.- Capa 3: Capa de los servicios	25
1.7.4.- Capa 4: Capa de los procesos de negocio	26
1.7.5.- Capa 5: Capa de acceso	26
1.7.6.- Capa 6: Bus de Servicios Empresariales (ESB)	26
1.7.7.- Capa 7: Calidad de Servicios (QoS)	26
1.7.8.- Capa 8: Arquitectura de datos	27
1.7.9.- Capa 9: Gobierno	27
1.8.- Relación entre el Modelo de Referencia y la Infraestructura SOA	27
1.9.- Metodología utilizada para implementar SOA	27

## **CAPITULO II**

<b>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)</b>	<b>31</b>
2.1.- Definición	31
2.2.- Factores que intervienen en el cálculo del OEE	31

2.2.1.- La Disponibilidad	32
a).- Cálculo del índice de Disponibilidad	33
2.2.2.- El Rendimiento	33
a).- Cálculo del índice de Rendimiento	34
2.2.3.- La Calidad	34
a).- Cálculo del índice de Calidad	34
2.3.- Cálculo del OEE	35
2.4.- ¿Cómo mejorar el OEE?	36
2.4.1.- Mediante los programas de mejora continua	36
2.4.2.- Mediante el apoyo de la tecnología SOA	37
2.5.- ¿Qué pérdidas se deben evitar para mejorar el OEE?	38

### **CAPITULO III**

#### **SOA y ERP en la Industria de la Manufactura de Cueros y Calzados**

<b>(Producción y Distribución)</b>	<b>40</b>
Introducción	40
Alcance	40
3.1.- Problemática actual de los sistemas en la industria de la manufactura	41
3.1.1.- ¿Cómo puede ayudarnos SOA a resolver ésta problemática?	43
3.2.- Problemática actual de los sistemas ERPs (en la manufactura)	43
3.2.1.- ¿Cómo puede ayudarnos SOA a resolver ésta problemática?	45
3.3.- Problemática de la falta de integración de los Sistemas Gerenciales con los Sistemas de Planta	45
3.3.1.- ¿Cómo puede ayudarnos SOA a resolver ésta problemática?	47
3.4 - Beneficios que aporta SOA en la manufactura	48
3.5. Soluciones de SOA en la manufactura	49
3.5.1 - Business-To-Device (B2D): Soluciones basadas en dispositivos	51
3.5.2 - Business-To-Business (B2B): Integración de los negocios	53
3.6.- Business-To-Device (B2D) en los procesos de manufactura	55
3.6.1.- Puntos claves de impacto	55
3.6.2.- Beneficios claves de SOA con B2D	56
3.7.- Ventajas competitivas de SOA-B2D	56
3.7.1.- Ventajas relacionadas con su aplicación	57
a).- Escenario tradicional	57
b).- Escenario SOA-B2D	57
3.3.2.- Ventajas relacionadas con la tecnología	57

a).- Escenario tradicional	57
b).- Escenario SOA-B2D	57

## **CAPITULO IV**

### **Implementación SOA en la Manufactura de Cueros y Calzados**

<b>(Producción y Distribución)</b>	<b>58</b>
Introducción	58
4.1.- Integración de las máquinas y dispositivos de Planta con SOA	58
4.1.1.- Los dispositivos con Servicio Web integrado (smart devices)	59
4.1.2.- La conversión de protocolos propietarios (de los dispositivos y máquinas)	
a Servicios Web	62
4.2.- Conectividad entre los Sistemas de Negocio y los Sistemas de Control de Planta	64
4.2.1.- El Módulo con la Lógica de Control	66
a) Entity Bean	66
b) Session Beans	66
4.2.2.- Los Conectores	67
4.2.3.- Las interfaces de operación y los generadores de interfases	68
a) El generador HMI (Interfaz hombre-máquina)	69
b) Las interfases HMI	69
c) Arquitectura y funcionamiento	69
d) Estándares en las aplicaciones Web	71
Las aplicaciones Web java (.war)	71
Los objetos distribuidos EJBs (.jar)	72
Las aplicaciones empresariales J2EE (.ear)	72
Los conectores (.rar)	73
Los archivos descriptores de despliegue	73
4.2.4.- La red industrial Ethernet/IP en la manufactura	74
Modelo OSI de Ethernet/IP	74
Ventajas de Ethernet/IP	75
Las capas de Red y Transporte Ethernet/IP	76
4.3.- la integración ERP en la Arquitectura Orientado a Servicios.	77
4.3.1.- ¿Modificación o Configuración del ERP?	78
4.3.2.- Mejores prácticas para las modificaciones ERP	78
4.3.3.- Integración ERP en una arquitectura de 3 capas	79
4.3.4.- Integración ERP en una arquitectura SOA	80

4.3.5.- El conector J2EE para la integración ERP-SOA	81
4.3.6.- ERP antes y después de SOA	82
4.4.- Modelo de una línea de producción de calzados con SOA	84
4.4.1.- Introducción	85
4.4.2.- Componentes	85
a) Los dispositivos conversores de protocolos	85
b) Los dispositivos gráficos de conversión de protocolos	85
c) El servidor de Procesos	86
d) El servidor Supervisor de Procesos	86
e) El servidor de consultas analíticas	87
f) El portal empresarial	87
g) Las aplicaciones legados	87
h) Puntos de acceso inalámbricos	87
i) Interfases de operación y visualización	87
4.4.3.- Resultados de la implementación	87
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>100</b>

## INTRODUCCION

En la actualidad, las condiciones del mercado se vuelven cada vez mas exigentes, cambiantes y sobre todo muy competitivas, por ello las organizaciones requieren nuevas y mejores estrategias no solo para mantenerse, sino para crecer y consolidarse. Para conseguir esto, las empresas están buscando mejores formas de:

Lograr la excelencia operativa que les permita accionar sus compañías con mayor eficiencia y con mejores costos efectivos (económicos en términos de los bienes y servicios que obtienen por el dinero que invierten).

Llevar a cabo una innovación que les permita reconocer las necesidades del mercado y responder a ellos rápidamente y con determinación.

La Arquitectura Orientado a Servicios (SOA) es una propuesta de arquitectura IT orientado a los negocios que permite la integración de negocios vistos como un conjunto de tareas repetitivas y enlazables, o simplemente servicios.

El presente trabajo muestra una visión general de las Arquitecturas Orientadas a Servicios y su aplicación en la industria de la manufactura, considerando indicadores de la eficiencia productiva de las máquinas (OEE), integración de las máquinas con los procesos del negocio a través de la arquitectura SOA y con los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) considerados tradicionalmente silos de información.

El impulso de las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA) está haciendo que las organizaciones actuales piensen cómo están construidas y cómo se comportan, por lo cual está emergiendo una nueva visión para las empresas que sacude sus estructuras tradicionales. Los recursos, conocimientos y activos de IT (Tecnología de la Información) que tradicionalmente se mantenían desconectados, en silos por cada departamento o unidad de negocio, tienden a estar integrados con los procesos de negocios de la empresa.

## CAPITULO I

### ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS (SOA)

#### 1.1.- Introducción a las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA)

En esta sección explicaremos las Arquitecturas Orientadas a Servicios en el contexto de los negocios. Se incluye un tópico técnico en el cual se aprecia la influencia de la parte IT en la flexibilidad y rapidez de reacción ante los cambios que debería tener una empresa, una cualidad absolutamente necesaria en el clima actual de competitividad.

Además se muestran las consideraciones de negocio inherentes a SOA y se presentan informaciones, análisis de investigaciones y análisis técnicos para asistir a los que vayan a adoptar SOA.

SOA puede ser un poco confuso a veces debido a que el término se usa en diferentes situaciones. Así, SOA puede ser expresado como:

*Un conjunto de principios de arquitectura* los cuales tienen características tales como modularidad, acoplamiento débil y separación de funciones.

*Un estilo de arquitectura* el cual requiere un proveedor de servicios (*service provider*) y un consumidor de servicios (*service requester*).

*Un modelo de programación* complementado con estándares, herramientas, métodos y tecnologías como los Servicios Web (Web Services).

*Un conjunto de servicios IT alineados al negocio* que soportan las metas y objetivos de los procesos de negocio de la organización.

*Un conjunto de servicios* que pueden ser combinados y secuenciados para producir *servicios compuestos a escala empresarial* y que permiten además configuraciones y re configuraciones dinámicas, o redes de valor para el negocio y los sistemas IT. La analogía de construir aplicaciones compuestas a partir de aplicaciones simples es similar a la construcción con objetos tipo piezas de Lego.

Es un *concepto de arquitectura de software* que define el uso de Servicios (de software, débilmente acoplados) para atender a los requerimientos de los procesos del negocio y usuarios de software de una empresa. Los recursos dentro de una Arquitectura Orientada a Servicios están disponibles en forma de Servicios independientes (el estado de un servicio no afecta a otro servicio) y pueden ser accedidos sin necesidad de conocer la plataforma sobre la cual están instalados.

Es un *conjunto de principios, estándares y buenas prácticas* de arquitectura para construir sistemas **autónomos e inter operables**.

*Sistemas Autónomos:*

Son sistemas creados independientemente unos de otros.

Operan independientemente del entorno en el cual se encuentren.

Proveen funcionalidades auto contenidas. Por ejemplo: la funcionalidad de actualizar las Ordenes de Compra en el ERP podría ser útil aun cuando no esté asociada con un sistema de mayor nivel.

*Interoperabilidad* se ve favorecida por la abstracción de la interfase que expone el servicio hacia su entorno. Es decir, la interfase enmascara la complejidad de la tecnología utilizada para implementar dicho servicio.

## **1.2.- Respuestas a las inquietudes frecuentes sobre SOA**

En la actualidad, se está empezando a escuchar la frase “SOA” con mayor frecuencia en los círculos de tecnología y en los de software. Puesto que parece no ser ya un simple concepto pasajero muchas empresas empiezan a preguntarse “¿Que es?”, “¿Porqué lo necesitaría?”, “¿En que me beneficiaría?” y demás interrogantes que a continuación abordaremos de una forma sencilla.

### **1.2.1.- ¿Que es SOA?**

Es la manera como diversas computadoras, de diferentes proveedores, con distintas arquitecturas, con diferentes programas, en diferentes áreas funcionales de una empresa conversan unas con otras de una manera inteligente. Esto puede darse dentro de una compañía o externamente hacia los clientes, proveedores o vendedores.

### **1.2.2.- ¿Porque lo necesitaría?**

SOA es actualmente el principal método para obtener agilidad en los negocios a través de la reutilización de los activos de IT y de los procesos integrados de una empresa. Existen muchos beneficios desde el punto de vista técnico y de negocios, pero ninguno de ellos es tan importante como la capacidad para responder rápidamente y en forma efectiva a los cambios del entorno y conseguir así ventajas competitivas.

### **1.2.3.- ¿Qué me ahorraría?**

Tiempo, dinero, recursos y frustraciones con IT (Tecnologías de la Información).

### **1.2.4.- ¿De que me perdería si no lo tengo?**

Es muy probable que las funciones que se mencionan a continuación sean de un orden de complejidad sencillo con SOA. Una Arquitectura Orientada a Servicios podría hacer la diferencia entre el éxito y el fracaso de:

- La próxima fusión de departamentos dentro de la compañía o entre compañías.
- El tiempo de salida al mercado del próximo producto o servicio.
- La incorporación de un nuevo asociado de negocios (business partner), cliente o proveedor.
- La expansión global en el mercado.
- Eliminar a la competencia.

O sea, SOA en la actualidad es un diferenciador competitivo y de negocios.

### **1.2.5.- ¿Que es un Servicio?**

Un servicio es una tarea de negocio repetible, y por lo tanto por tanto factible de ser automatizada. Por ejemplo: verificar el crédito de un cliente, abrir una cuenta, etc.

Es importante puntualizar que aquí estamos hablando de una parte de un proceso de negocios, y no de un software o tecnología de información (IT) particulares. Piense en lo que hace su empresa en el día a día (a nivel de procesos) y rompa éstos procesos de negocio en tareas de negocio o componentes repetibles (servicios).

### 1.2.6.- ¿Que es un Servicio Web (Web Services)?

Es una forma de implementar los aspectos automatizables de un servicio de negocios o un servicio técnico. Web Services no es la única forma de implementarlos, pero sí la más económica y fácil de hacerlo (en la actualidad).

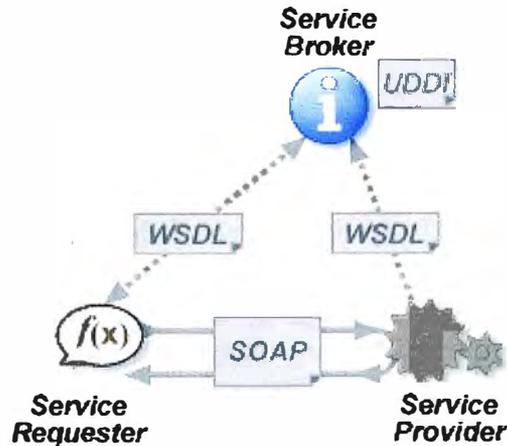


Fig.1.1 Estándares de un Servicio Web

Los Servicios Web describen una forma estandarizada de integrar aplicaciones utilizando los estándares abiertos XML, SOAP, WSDL y UDDI sobre un backbone con protocolo Internet. Frecuentemente son solo APIs que pueden ser accedidos en red, por ejemplo Internet, y ejecutados en el sistema remoto que almacena el servicio solicitado.

Las formas más comunes de uso de los servicios Web son:

**RPC** en donde la unidad básica de comunicación es la operación.

**SOA** en donde la unidad básica de comunicación es el mensaje. En el presente trabajo nos referiremos a este estilo de uso de los Servicios Web.

### 1.2.7.- ¿Cuáles son los componentes de un Servicio Web?

Las especificaciones más comunes, en la actualidad, que describen a los servicios Web son:

**XML** Metalenguaje utilizado para el envío e intercambio de data.

**SOAP** Protocolo utilizado para la transferencia de data.

**WSDL** Utilizado para describir los Servicios Web disponibles.

**UDDI** Utilizado para listar que Servicios Web están disponibles. Es un directorio de servicios Web.

**a) XML (Extensible Markup Language)** Es un metalenguaje utilizado en forma estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes

plataformas. Los datos contenidos en un documento XML están en texto plano y se estructuran utilizando etiquetas (tags) para delimitar los elementos que contiene el documento y describir el tipo de datos. Por ello se dice que un documento XML contiene datos autodefinidos. Ejemplo de mensaje XML:

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE MENSAJE SYSTEM "mensaje.dtd">
<PiezasProducidas>
  <Maquina01>
    <descripcion>Tornillos 5 1/4</descripcion>
    <cantidad>200</cantidad>
  </Maquina01>
  <Maquina02>
    <descripcion>Clavos 3 1/2</descripcion>
    <cantidad>100</cantidad>
  </Maquina02>
</PiezasProducidas>
```

Fig. 1.2 Modelo de un mensaje XML

**b) SOAP (Simple Object Access Protocol)** Es un protocolo para el intercambio de mensajes basados en XML. SOAP codifica la información (en los mensajes de requerimiento y respuesta) antes de enviarlos por la red, sobre algún protocolo de transporte: HTTP, MIME, SMTP.

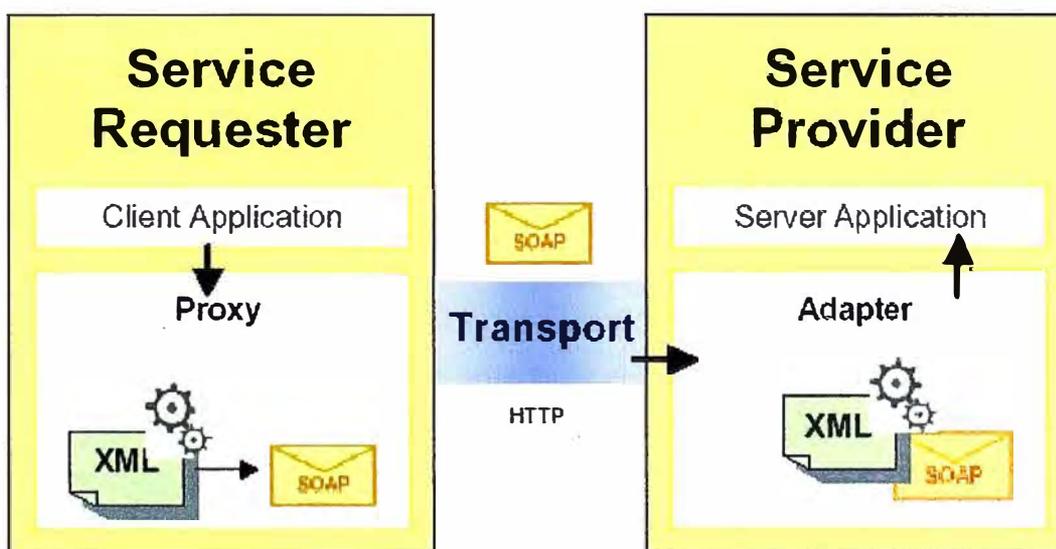


Fig. 1.3 Proveedor y Consumidor de un servicio web

**c) WSDL (Web Services Description Language)** Es un formato XML publicado para describir un servicio Web. ¿Que se publica? el nombre del servicio, el protocolo para enlazar al servicio y el formato de los mensajes requeridos para interactuar con el servicio Web.

**d) UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration)** Es un directorio Web, basado en XML, donde se registran los negocios junto con el listado de los servicios Web que exponen. Un consumidor de servicios interrogará un UDDI a través de un mensaje SOAP y éste le proporcionará el WSDL con los detalles del protocolo y formato de mensajes necesarios para acceder a ese servicio.

### 1.2.8.- ¿Es SOA la última idea brillante de la industria IT?

SOA no es una idea nueva, tiene por lo menos una a dos décadas de vigencia. Esto significa que ya tiene un nivel de madurez y es poco probable que tenga las fallas iniciales (“bugs”) propias de una tecnología nueva. Las Arquitecturas Orientadas a Servicios ya han sido implementadas, anteriormente, en sistemas propietarios, cerrados, no abiertos a estándares y por lo tanto costosos. Esto significa que era muy difícil, sino es que imposible, establecer una comunicación inteligente entre distintas computadoras o sistemas IT.

Entonces, **¿Qué es lo diferente ahora?:**

Las Arquitecturas Orientadas a Servicios tienen una larga historia de implementaciones exitosas. Aún con los altos costos que ello suponía (por ser propietarias y cerradas) brindaban un valor económico y sobre todo flexibilidad funcional dentro de la empresa. La razón por la que, en la actualidad, el término SOA se ha hecho tan visible es debido a las nuevas técnicas de implementación y nuevas tecnologías que han hecho que SOA sea mucho más eficiente en costos y más productivo (que las anteriores implementaciones propietarias).

Esta nueva técnica de implementación se llama Web Services (Servicios Web) y es muy importante para SOA puesto que finalmente rompió la barrera de las implementaciones propietarias en hardware y software. Los proveedores de tecnologías se pusieron de acuerdo en los estándares SOA e hicieron posible que sus respectivos hardware y software intercambien información y datos de una forma sencilla.

Luego de estas aclaraciones, bien puede existir cierto escepticismo a la adopción de una Arquitectura Orientada a Servicios en una empresa. Frases como: “Bien, está correcto pero no necesito pensar en eso por el momento, tal vez mas adelante” son frases comunes de escepticismo y resistencia a los cambios. La idea de SOA no es realizar un gran cambio en la empresa de la noche a la mañana, sino ir adoptando SOA en forma progresiva, en ciertas áreas de la empresa e ir ganando experiencia.

Volviendo a las frases de escepticismo, bien podríamos citar el ejemplo de la leyenda de la muerte del Rey Ricardo III de Inglaterra, que ha sido transmitido a lo largo de generaciones como una canción popular:

*Por un clavo se perdió una herradura,  
 Por una herradura se perdió un caballo,  
 Por un caballo se perdió un jinete (el rey)  
 Por un jinete (el rey) se perdió una batalla,  
 Por una batalla se perdió un reino,  
 Y todo por un clavo de una herradura.*

Lo cual ilustra el concepto de dependencia de las cosas consideradas como minúsculas o pequeñas. ¿Que tan valioso fue ese clavo de herradura para el rey Ricardo III? ¿Si se hubiese anticipado al hecho que sucedió no hubiese cambiado una fortuna por un clavo sin valor?

Es muy probable que una Arquitectura Orientada a Servicios sea ese sencillo tesoro para una empresa.

*“Desde la perspectiva de un hombre de negocios, la cosa más importante sobre SOA es que actualmente es el principal método para conseguir agilidad en los negocios. Existen otros beneficios de negocio y técnicos en una Arquitectura SOA pero nada tan importante como la capacidad para responder rápida y efectivamente a los cambios, y materializar esos cambios en ventajas competitivas”.*

### **1.2.9.- Algunas cifras referenciales**

Solo como una muestra de la importancia e influencia que tiene y tendrá en los próximos años la adopción de las Arquitecturas Orientadas a Servicios en el mundo de los procesos y de la tecnología, presentamos el siguiente resumen de encuestas y análisis de tendencias referenciales de Gartner Group respecto a SOA y a los Servicios

Web. Gartner estima que para el 2008 más del 60% de las empresas usarán SOA como principios guía cuando creen aplicaciones y procesos de misión crítica.

En el gráfico Fig. 1.4 se muestra la proyección hecha en el año 2003 con respecto al crecimiento de los servicios de los profesionales IT en el área de los Servicios Web. El crecimiento de un 6% el 2002 a un 48% en el 2007 representa una Tasa de Crecimiento Anual Compuesto de 61.9%. En la actualidad ésta tasa es del 70% aproximadamente.

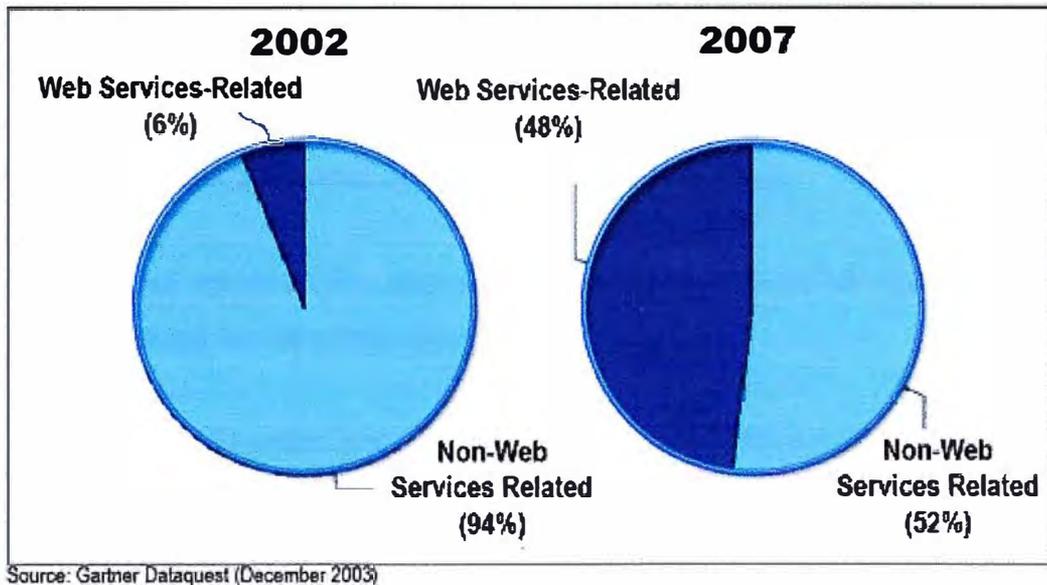


Fig. 1.4 Crecimiento de los Servicios Web

Las citas textuales en el idioma inglés son las siguientes:

“By 2008, SOA will be a prevailing software engineering practice, ending the 40-year domination of monolithic software architecture (0.7 probability)”

“Market size for IT professional services involving well-defined Web Services was estimated to be \$3.8 billion in 2003 and was expected to grow to \$153 billion by 2008”.

Esta penetración agresiva de los Servicios Web en el mercado de servicios IT representa la sustitución de una nueva tecnología, el movimiento de un conjunto de habilidades, y el uso de herramientas de desarrollo e integración basado en Servicios Web mas que un incremento de oportunidades en el mercado.

### 1.3.- El valor del negocio y los beneficios de SOA

SOA y Web Services tienen el potencial de permitir el ahorro de dinero dentro de una compañía ya que reducen enormemente los costos de integración, eliminan la duplicidad de funcionalidades y proveen nuevos flujos de ingresos con las funcionalidades y datos ya existentes. Los procesos y los datos que existen en la

compañía ahora pueden ser la base para conseguir ventajas competitivas y nuevos productos o servicios que ofrecer.

En la actualidad, en una empresa, es posible plantear modelos de negocio tipo “suscripción” o “pagar-por-usar” los cuales pueden ser potenciados mediante el uso de SOA porque puede ayudar a:

Determinar las competencias claves de la compañía.

Identificar las estrategias de outsourcing (por ejemplo la tercerización de los activos de respaldo o los que requieren un pago de regalías).

Definir un plan para reducir la complejidad (y costos) de la infraestructura IT compartida con los asociados de comercio (trading partners).

En el presente informe centraremos el análisis en el principal beneficio que SOA aporta a los negocios de las empresas, esto es: La agilidad.

### **1.3.1.- Agilidad: El más grande beneficio de SOA a los negocios**

Las empresas pueden obtener muchos beneficios de SOA, beneficios a nivel de negocios y a nivel técnico, pero el más importante beneficio es la agilidad que SOA aporta a un negocio. La capacidad con la cual una compañía puede responder rápida y eficazmente a los cambios del entorno es tal vez el más importante aporte para lograr una ventaja competitiva.

Los cambios pueden presentarse en muchas formas: cambios en el mercado, cambios en la tecnología, cambios en los negocios, etc. y las compañías que hagan el uso mas eficiente de éste entorno cambiante competirán en mejores condiciones y podrán consolidar su posición en los negocios, lo cual es muy difícil en los tiempos actuales de oportunidades nebulosas en el mercado.

El centro de las discusiones sobre la agilidad en las empresas está enfocado hacia las tecnologías de la información (IT). El conseguir agilidad en un negocio empieza con remover los cuellos de botella que tiene el negocio, y generalmente es en IT donde se encuentran esos cuellos de botella.

De hecho, las compañías están tan acostumbradas al hecho de que IT sea el que concentre los cuellos de botella en sus organizaciones que la tecnología y sus limitaciones son las que frecuentemente influyen en las decisiones de negocio. Para encontrar las necesidades de una empresa ágil, SOA tiene estos principios básicos:

*El negocio maneja los servicios y los servicios manejan a la tecnología.* En esencia significa que los servicios actúan como una capa de abstracción entre

los negocios y la tecnología. Desde la perspectiva de los negocios, los servicios representan funcionalidades de software disponibles, de tal modo que la línea-de-negocios puede enfocarse en sus metas de negocio y no en sistemas ni aplicaciones.

*La agilidad en el negocio es EL requerimiento fundamental del negocio.* La habilidad para responder a los requerimientos cambiantes es el nuevo "meta-requerimiento" para el negocio. La arquitectura entera, desde el hardware hasta el software, deben soportar los requerimientos de agilidad en el negocio. Cualquier cuello de botella en una implementación SOA puede sustancialmente reducir la flexibilidad de todo el entorno IT, y por ende el del negocio.

Una Arquitectura Orientada a Servicios exitosa está siempre en constante cambio. Para visualizar como se supone que trabaja SOA en constante cambio, es mejor pensar en los cambios de SOA como un organismo viviente en vez de pensar que es una arquitectura (como su nombre lo sugiere) monolítica, del tipo "construcción de una casa". Un entorno IT está en constantes cambios, y como resultado de esos cambios el trabajo de un arquitecto SOA nunca concluye. La analogía de la construcción de una casa asume que existe un estado final de culminación y la gráfica del diseño (de la casa) permanecerá inalterable en el tiempo (salvo variaciones mínimas). Para el arquitecto que construye casas, plantear la analogía de un organismo vivo requiere una nueva manera de pensamiento. Es como decir que una casa va a sufrir constantes cambios y remodelaciones de acuerdo a las necesidades de los habitantes y a las condiciones del ambiente, pero que estos cambios se van a dar sin necesidad de interrumpir las rutinas diarias de sus ocupantes y sin desalojarlos. Esos cambios se van a dar con los habitantes presentes, haciendo sus rutinas diarias y sin que ello implique interrupción en su vida normal.

La agilidad (en el negocio) se irá potenciando a medida que los servicios vayan removiendo las restricciones de una infraestructura IT estática, creando una mayor flexibilidad para la planificación estratégica. Con el paso del tiempo, el mundo de las grandes y monolíticas instalaciones de software irán siendo reemplazadas por implementaciones de sistemas "just-in-time", donde las aplicaciones que soportan los negocios serán implementadas usando Servicios Web tomados de una cartera de servicios publicados, internos o externos a la compañía.

La implementación de sistemas "just-in-time" podría soportar nuevos modelos de negocios en los cuales la respuesta rápida de IT a los requerimientos cambiantes del entorno sea una norma aceptada.

#### **1.4.- La agilidad en el negocio según SOA**

Una solución basada en SOA proporciona agilidad a los negocios en tres formas:

##### **1.4.1. - El acoplamiento débil (Loosely coupled)**

Los servicios débilmente acoplados son aquellos que no requieren la misma implementación tecnológica en cada extremo de la conexión. Existe un mecanismo simple que conecta las aplicaciones cualesquiera que sean los dispositivos que los extremos estén usando o cualesquiera que sean sus ubicaciones. Significa que el "solicitante del servicio" no tiene conocimiento de los detalles técnicos de la implementación del "proveedor del servicio", tales como el lenguaje de programación, la plataforma donde está desarrollada, etc. El "solicitante del servicio" invoca operaciones por medio de mensajes (un mensaje de requerimiento y su respuesta) en vez de hacerlo a través del uso de APIs o formatos de archivos.

Este acoplamiento débil permite que el software en ambos extremos (proveedor y consumidor de servicios) pueda ser cambiado sin causar impacto en el otro extremo, dado que el esquema de comunicación a través de mensajes permanecerá igual. En el caso extremo, un proveedor de servicios podría reemplazar partes de algún código legado, por ejemplo Cobol, con un nuevo código Java sin impactar en el consumidor del servicio. Este caso es real, y en la actualidad se generan servicios que exponen transacciones Cobol que son consumidos por clientes Java.

La TABLA N° 1.1 muestra los beneficios, a nivel de negocios y a nivel de tecnología, del **acoplamiento débil** de los Servicios Web en las arquitecturas SOA.

TABLA N° 1.1 Beneficios del “acoplamiento débil” en SOA

<b>Beneficios para el negocio</b>	<b>Beneficios IT</b>
Habilita las capacidades de tiempo real en el negocio.	Reduce los costos de conexión.
Cambia la forma como se distribuyen los costos de IT.	Reduce la complejidad de la integración.
Incrementa la factibilidad del tiempo real en los negocios. Por ejemplo el acceso remoto a las fuentes originales de información que provee información actualizada hacia el proceso que las invoca.	Brinda independencia de tecnología y plataforma. Ya no se requiere escoger una plataforma específica para poder integrarse con un sistema existente.
Conduce a una mejor comunicación entre el CIO y la línea de ejecutivos de negocio, forzando a los trabajadores de IT a pensar en términos de negocios y no exclusivamente en términos técnicos ni de arquitectura.	Se mejora la agilidad de IT. El acoplamiento débil de SOA permite desarrollar e implantar pequeñas aplicaciones de negocio basados en estándares solamente cuando hay necesidad, evitando las grandes aplicaciones monolíticas que frecuentemente no son utilizadas en su totalidad.
La integración de los proyectos está manejada por las necesidades del negocio más que por las necesidades tecnológicas.	Soporte para múltiples tipos de clientes.
La empresa puede extraer mayor información en tiempo real mejorando la inteligencia en el negocio (business intelligence), esto debido a que puede exponer y compartir la información que alguna vez estuvo enclaustrado en “silos” de un solo departamento.	La construcción de servicios débilmente acoplados refuerza, en los desarrolladores, una disciplina basada en estándares, ya que no se pueden hacer asunciones sobre el sistema que está en el otro extremo porque no se tiene el control de ambos extremos como si lo hay con las interfases fuertemente acopladas.
Mejora en el “time-to-market” (tiempo desde la concepción del producto hasta la salida al mercado) debido a que las conexiones con los clientes y partners (asociados de negocios) es mas rápida y dinámica.	Cambio en la actitud de los arquitectos IT. Si un arquitecto ha participado en un proyecto ahora debe pensar que sus resultados van a ser utilizados en otros proyectos. No como anteriormente que solo se quedaba en “su proyecto”.
Hace mucho más fácil para los asociados de negocios hacer negocios con una compañía.	Alta disponibilidad.
Hace mucho más fácil que los clientes encuentren los servicios que la empresa expone.	Reduce el esfuerzo de desarrollo debido a que el consumo de servicios es largamente automatizado.
Es mucho más fácil encontrar nuevos asociados de negocios y servicios.	Reducido impacto ante los cambios.
La forma de presentación de los resultados, en portales y pizarras electrónicas provee a la gerencia una forma mucho mas clara de ver los datos de las operaciones.	Los servicios pueden ser consumidos dinámicamente sin la participación de desarrolladores.
Permite que personas menos técnicas (por ejemplo Analistas de Negocios) puedan “ensamblar” soluciones de software sin la necesidad de codificación.	Elimina la necesidad de desechar y reemplazar (construir de nuevo).
Un backbone SOA permite reportar los costos en forma mas granular. Los departamentos pueden mantenerse saneado contablemente.	Middleware (ver apéndice) simplificado.
	Facilita el “grid computing” (ver apéndice). Si los servicios están distribuidos en distintas máquinas y en diferentes localizaciones, la carga está siendo distribuida eficientemente.
	Permite el modelo de Gobierno IT (IT Governance) de SOA.

	Mejores pruebas con pocos defectos.
	Permite habilitar el modelado y la automatización de los procesos a nivel empresarial.
	La data está distribuida, no duplicada.
	Mucho menor costo de mantenimiento.
	Las nuevas tecnologías se pueden incorporar muy fácilmente dentro de SOA, reduciendo riesgos y gastos, y permitiendo el rápido desarrollo de nuevas aplicaciones.
	Mejora el desarrollo concurrente de aplicaciones.
	Disminuye el tiempo de las implementaciones.
	La respuesta ante los cambios puede ser automatizado.
	No está encerrado en una tecnología propia, ni cerrado a estándares.

### 1.4.2.- La reutilización de activos

La reutilización es la ventaja más significativa de SOA. La reutilización del software, hardware, procesos, código, servicios e infraestructura provee uno de los factores de medición más importantes en los cálculos del SOA ROI (Retorno de la Inversión con SOA).

Por ejemplo, si evaluamos que tanto esfuerzo se podría economizar reutilizando códigos en lugar de rescribirlos de nuevo los resultados pueden variar entre un 50% a un 100% dependiendo fuertemente de factores como el entorno y el tipo de la aplicación.

Si la aplicación tiene un exceso de datos incrustados en el código fuente (hard code) el ahorro de esfuerzo bordea fácilmente el 80%.

La Tabla N° 1.2 muestra los beneficios para el negocio y para IT de la reutilización de los activos en SOA.

TABLA N° 1.2 Beneficios de la reutilización de activos de la empresa

<b>Beneficios para el negocio</b>	<b>Beneficios IT</b>
Los procesos son más consistentes.	Se elimina la necesidad de desechar y reemplazar.
Se incrementa la calidad por la competencia en la implementación.	Reducción de costos (debido a la reutilización de código).
Una amplia variedad de proveedores.	Ahorro de costos (debido a la consolidación).
El hardware, el software, los procesos y los datos son reutilizables.	Utiliza los protocolos estándar de la industria, con soporte universal.
Minimiza el impacto ante los cambios.	Debido a la amplia aplicabilidad se reduce el número de protocolos, herramientas, habilidades, etc. requeridos.
Se enfoca en los procesos de negocios en lugar de la tecnología.	Consistente en todos los escenarios.
Reducido costo de integración de los negocios.	Se puede tener una infraestructura común (pe seguridad) para todos los escenarios.
Los cambios en los sistemas no limitan los cambios en los negocios.	Se reduce enormemente el mantenimiento debido al número pequeño de interfases de aplicaciones existentes.
Debido al backbone SOA, las aplicaciones y la infraestructura pueden ser vistas como un portafolio de activos.	La gerencia puede empezar a darse cuenta del valor de la reutilización conforme los desarrolladores vayan implementando servicios en sus aplicaciones. Esto puede ser materia de incentivos conforme al progreso.
La nueva flexibilidad que proporciona SOA es un activo para la innovación, no una limitante a los cambios.	Potencia Internet y otros mecanismos de transporte existentes lo que permite un bajo costo de comunicaciones.
Se publica una sola vez, se consume muchas veces.	El código es móvil.

### 1.4.3.- La extensibilidad

Se define como la capacidad para ampliar un rango de alcance o un ámbito de operación. Uno de los principales beneficios de SOA es la habilidad que tiene para expandir muy fácilmente operaciones internas (de una empresa) con nuevas funciones y fácilmente acceder a las organizaciones externas a la empresa.

A lo largo de los años, la interacción con los asociados de comercio (trading partners) ha pasado por algunos cambios. Inicialmente con el B2B (“Business-To-Business” o comercio electrónico entre empresas) las transacciones eran pocas y sin mucho valor, y el método de integración punto a punto cubría las expectativas. Sin embargo, conforme creció el mercado electrónico se pasó del manejo de pocas transacciones al manejo de procesos de gran eficiencia, para lo cual las integraciones punto a punto resultaban poco prácticos. La alternativa de solución fue la integración vertical por medio de concentradores de mercado electrónico. Finalmente llegamos al mundo SOA con la facilidad de conexión.

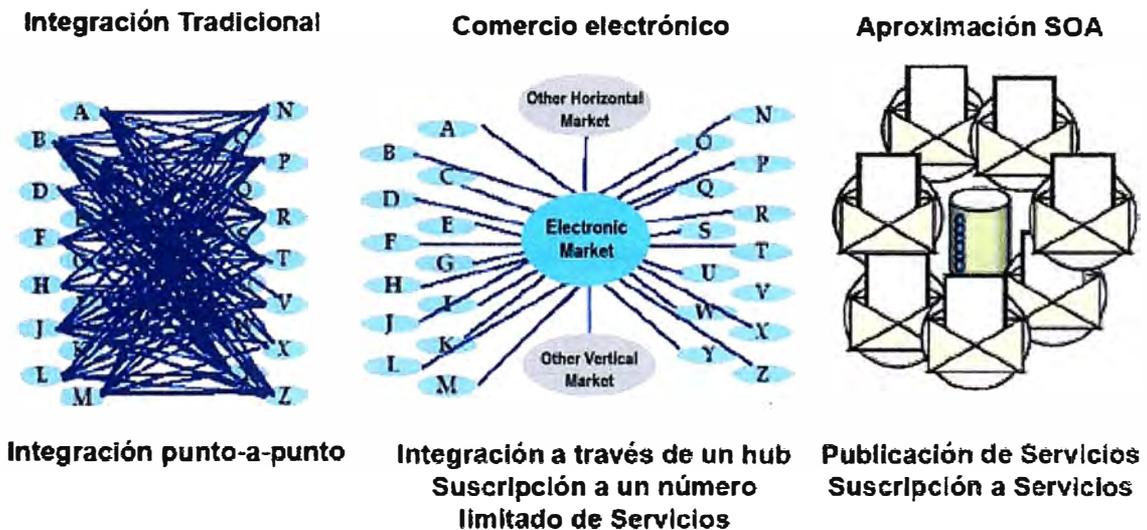


Fig. 1.5 Modelos de interacción de negocios

Los servicios de negocios (llamados simplemente Servicios en el contexto actual) tratan del aprovisionamiento y consumo de interacciones de negocios. Es decir, uno provee los servicios y otro los consume. Un servicio es un proceso o subproceso dentro o entre empresas. Si estos servicios son configurados y definidos para que sean específicos a los clientes, entonces estos son servicios de negocios.

Para posibilitar que las empresas provean y consuman servicios (de negocios) se utilizan las tecnologías SOA y Web Services. Estas tecnologías permiten que las empresas puedan:

**Proveer Servicios:** Crear servicios de negocios que apalanquen el núcleo de competencias existentes en la compañía y que puedan ser ofrecidos a los actuales o a nuevos asociados de comercio (trading partners).

**Consumir Servicios:** El consumo de servicios de negocio de otros asociados de comercio que la compañía evalúa que están mejor calificados para proveer estos servicios (por ejemplo: outsourcing).

La Tabla Nº 1.3 muestra los beneficios de la extensibilidad de SOA para el negocio y tecnología de la información de una empresa.

SOA permite el outsourcing, no solo de funciones de IT sino también de partes completas de una organización, a proveedores especializados, reduciendo el alcance de la organización y permitiendo que se concentre solo en las competencias claves. La exposición de competencias en la forma de servicios traerá mejores relaciones con los clientes ya que la data puede ser fácilmente vista y compartida.

SOA y Web Services pueden ser accedidos de cualquier parte, con ésta característica, los servicios pueden ser expuestos y ofrecidos a cualquier asociado de negocios. Las empresas están desarrollando Servicios Web en el contexto de migrar a SOA para poder manejar más conexiones con sus asociados de negocios, lo cual le permite un mejor ROI. El caso por el que se manejan más conexiones es porque el costo de conexión es bajo.

TABLA N° 1.3 Beneficios de la extensibilidad de SOA

<b>Beneficios para el negocio</b>	<b>Beneficios IT</b>
Disponible para organizaciones de cualquier tamaño. Muy pocas barreras para entrar a SOA.	La misma tecnología puede ser utilizada para las conexiones dentro y fuera de la empresa.
No es específica para una determinada industria. Es aplicable para cualquiera.	Potencia la ubicuidad de Internet, es decir puede tenerse en cualquier momento y en cualquier localización.
Adaptable a los países e idiomas.	Potencia la infraestructura actual de comunicaciones que disponga la empresa.
Menores costos significan ilimitado número de socios de negocios, proveedores o clientes que pueden ser integrados.	Despliegue de Servicios Web sobre un mecanismo de transporte confiable, probado, robusto y rápido.
Soporta la globalización e integración de organizaciones geográficamente dispersas.	Opciones para proveer Servicios Web internos y externos a la compañía.
Los dispositivos móviles con un gran o poco ancho de banda pueden continuar siendo utilizados o pueden empezar a utilizarse si es que no se tenían antes.	
Habilitado para los clientes, empleados y asociados de negocios.	
Se reduce el costo de establecer y utilizar mercados electrónicos de terceros. Los múltiples clientes y compradores pueden congregarse a voluntad para intercambiar bienes y servicios.	
Permite y facilita los nuevos modelos de negocios.	
Posibilita la transición de las grandes modelos de desarrollo de software monolítico hacia la implementación de aplicaciones "just-in-time" (eliminación de errores y defectos) apropiadas para los retos actuales.	
Se pueden actualizar o introducir nuevos productos o servicios "on_the_fly" (en directo, en caliente), por un instante o por periodos prolongados de tiempo.	
Facilidad para adicionar o cambiar partners.	
Debido a la facilidad de la conectividad, el intercambio de datos y la integración de procesos entre sistemas disímiles, se aceleran las actividades de fusión y adquisición de negocios.	
La exposición de servicios posibilita la aparición de nuevas fuentes de ingresos.	
Transciende las fronteras políticas y organizacionales de la empresa.	
Las compañías pueden integrarse "on_the_fly" para una sola transacción o para múltiples transacciones.	

### 1.5.- Retorno de la Inversión (ROI) para SOA

Según estudios elaborados por McKenna Group, las aplicaciones que proveen un menor ROI son las aplicaciones más comunes basadas en Web (e-mail, workflow, etc.). Las aplicaciones con el mejor ROI son los catálogos electrónicos, procesamiento de transacciones e integración de aplicaciones legados el cual es precisamente el motivo del presente trabajo.

Estas son algunas de las aplicaciones que generan ROI para SOA:

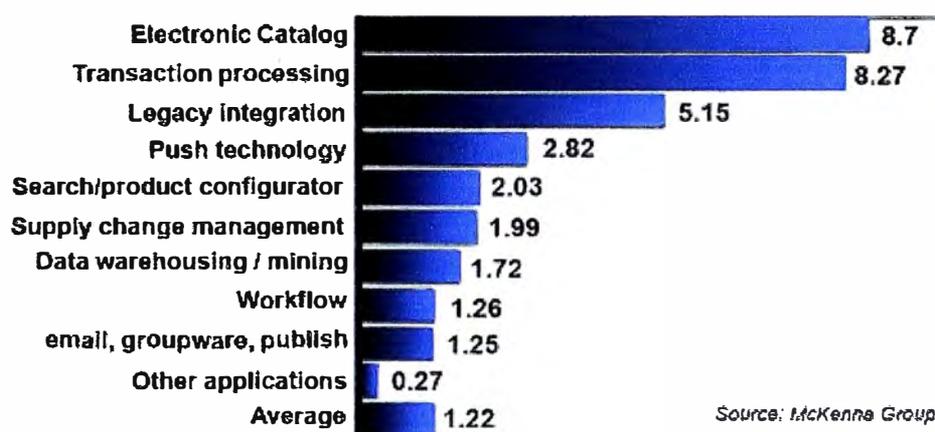


Fig. 1.6 Retorno de la inversión de las aplicaciones con SOA

### 1.6.- Factores que determinan el ROI para SOA

No hay lugar a dudas que el primer Servicio Web a implementar es el más difícil. El costo y el nivel de dificultad en una integración de procesos de negocio puede ser alto, sin embargo este inconveniente es típicamente pequeño y se desvanece con las subsecuentes implementaciones de Servicios Web. Y de ahí en adelante las compañías disfrutarán las reducciones de costo inherentes al uso de los estándares basados en XML y las Arquitecturas Orientadas a Servicios.

Cualesquiera que sea la tecnología subyacente para la cual se está calculando el ROI, existe siempre un conjunto de factores de negocio y de personas que tendrán un gran impacto en el cálculo del ROI. No podemos enfatizar en el hecho que ésta tecnología por si sola no producirá un resultado cuantificable y beneficios según lo proyectado en cualquier matriz de ROI. Muchos factores de negocio, tales como la velocidad de despliegue y la rapidez de adopción del sistema, juegan un papel crítico en la determinación final de los números.

**¿Como se mide el ROI para SOA o para los Servicios Web?** Existe una forma correcta y una forma incorrecta de medir el ROI. La forma incorrecta es medir el tiempo

que ahorran los empleados en un entorno libre de papeles (porque se automatizaron muchos procesos manuales), o medir el ahorro de la compañía debido a que se redujo la necesidad de ingresar constantemente datos al sistema.

La forma correcta es medir el monto reducido en costos de operación y de desarrollo. El ROI para SOA y Web Services viene por el incremento de la eficiencia operacional y la reducción de costos que se logran por la fluidez y automatización de los procesos de negocio, la reducción del tiempo de desarrollo de las aplicaciones, y el incremento de la reutilización de las aplicaciones en la forma de servicios.

Algunos otros beneficios de SOA y Web Services están más allá de los confines de los cálculos del ROI. La medición del ROI para SOA y Web Services presenta un gran obstáculo, que no se relaciona con el modelo, debido a que los nuevos procesos que ellos traen a la empresa, y que son un beneficio muy importante para la empresa, a veces no son tomados en cuenta por las actuales herramientas de medición.

Los factores usados para los cálculos del ROI están en estas tres áreas:

- 1) Costos y gastos
- 2) Beneficios técnicos
- 3) Beneficios de negocio

### **1.6.1- Costos y gastos**

Aquí se examinan los principales costos para el cálculo del ROI.

**a) *Requerimientos de hardware.*** En este punto se encuentra la diferencia entre el hardware requerido para el desarrollo de las aplicaciones basado en Servicios Web y el hardware de la arquitectura existente. Tenga en cuenta los siguientes parámetros para los ambientes de desarrollo, aseguramiento de la calidad y de producción:

Número de servidores requeridos.

Configuración de los servidores requeridos.

Porcentaje estimado de incremento o decremento del rendimiento del hardware existente con el uso de SOA.

Estimado de la reducción o incremento de costos.

Estimado del ahorro en horas-hombre por la administración de un entorno de hardware reducido.

**b) *Requerimientos de software.*** Tenemos:

El soporte para los servicios Web dado por los actuales servidores de aplicaciones e intermediarios de integración, y cualquier otro software que se requiera para soportar SOA.

El costo para actualizar el software existente.

El costo para adquirir nuevo software.

Cualquier costo de operación adicional.

**c) *Requerimientos de entrenamiento.*** Tenemos:

El costo total para el entrenamiento de desarrolladores, arquitectos, gerentes de proyectos, y de los administradores de sistemas y redes SOA, Web Services y las herramientas de soporte y servidores.

**d) *Requerimientos de ancho de banda.*** Tenemos:

Estimar la carga que adicionará a su red los Servicios Web vía SOA.

Calcular la inversión que se requerirá para satisfacer el requerimiento adicional de ancho de banda.

Determinar los costos de operación y mantenimientos (para lo anterior).

**e) *Herramientas de monitoreo.*** Tenemos:

La inversión requerida para comprar y mantener las herramientas de monitoreo adicionales.

**f) *Costos de consultoría.*** Tenemos:

El estimado de los costos de instalación, configuración y administración del software relacionado a SOA y Web Services.

El estimado de costos de los consultores y proveedores externos a la compañía, involucrados en el proyecto.

### **1.6.2- Beneficios técnicos**

Aquí explicamos los principales beneficios técnicos para el cálculo del ROI.

**a) *Automatización en el desarrollo del Software.*** Tenemos:

Estimar el número de aplicaciones/sistemas que pueden reutilizar los servicios Web.

Estimar el total de horas-hombre ahorrados en el desarrollo de software mediante el uso de SOA.

Estimar el ahorro en la productividad.

**b) *Fluidez de la tecnología middleware.*** Tenemos:

Estimar la reducción en costos de hardware.

Estimar la reducción en costos de software.

Estimar la reducción en costos de personal.

**c) *Uso de integración basado en estándares.*** Tenemos:

Estimar el número total de interfases propietarias que ya no serán construidas ni mantenidas si se usa SOA y Web Services.

Determinar el ahorro en horas-hombre, hardware y software cuando se usan interfases basados en estándares.

**d) *Integración con las aplicaciones y el BMP (Business Process Management).***

Estimar el ahorro resultante por el uso de una tecnología de integración de aplicaciones neutral en plataforma.

Determinar el ahorro de automatizar y secuenciar los procesos de negocio como Servicios Web a través de SOA.

**e) *El fin de la duplicidad de código de software y la reusabilidad.***

Estimar el número total de grupos y los sistemas administrados que están actualmente en silos.

- Analizar cuantos de éstos sistemas y aplicaciones son redundantes y se traslapan entre sí.

Calcular el ahorro (hardware, software y personal) que resultaría de la eliminación de la redundancia.

Calcular el ahorro (hardware, software y personal) que resultaría si los sistemas que aún quedan pueden ser expuestos en una forma estándar. Tener en cuenta que la información de todas las interfases expuestas pueden ser publicadas en un repositorio central, de tal modo que todos los grupos dentro del departamento de IT pueden encontrarlos y utilizarlos.

### **1.6.3- Beneficios en el negocio**

Aquí examinamos los beneficios del negocio para el cálculo del ROI.

**a) Productividad del usuario final.**

No existe una fórmula directa para calcular el incremento o decremento en la productividad del usuario final. Lo que se trata es de medir ciertos factores como la reducción en la cantidad de intervención humana para construir aplicaciones SOA vía Web Services, la mejora total en el tiempo de respuesta y la disponibilidad de las aplicaciones.

Estimar el número de usuarios finales utilizando la aplicación.

Determinar el incremento en el porcentaje de productividad cuando se usa la aplicación.

Extrapolarlo al total ahorrado mediante el uso de servicios Web orientados a los usuarios.

**b) Participar en la dinámica de los negocios.**

Estimar el número de nuevas relaciones de negocios.

Determinar el porcentaje de incremento en los ingresos del negocio debido a la nueva dinámica de negocios por el uso de los servicios Web de SOA.

**c) Actividades de colaboración en el negocio.**

Calcular el costo de la eficiencia resultante a través del comercio colaborativo.

Medir los costos ahorrados como resultado de la visibilidad de la empresa en la cadena de abastecimiento.

Proyectar la ganancia y gastos incurridos en el desarrollo de un nuevo producto a través de la colaboración entre compañías del mismo sector usando la tecnología SOA y Servicios Web.

**d) Mejor y mas barato servicio a clientes.**

Estimar el incremento de la ganancia generada por encontrar el mercado de productos y servicios para cada cliente.

Medir el ahorro de costos como resultado de la automatización de los servicios a los consumidores hechos con SOA y Web Services.

**e) Otros beneficios.**

Estimar los beneficios de la puesta al mercado, mucho más rápido, de un producto.

Estimar el incremento de la eficiencia de los procesos.

Estimar el incremento de la eficiencia debido a la automatización de los procesos de negocio.

Ahora que se ha discutido todos los costos y gastos junto con los beneficios técnicos y de negocios de los servicios Web y SOA, es hora de aplicar los números a la fórmula de ROI.

Se llegará al resultado a través de unos cuantos pasos simples:

Calcular el costo total de la implementación. Sumar todos los gastos que se listan en la sección 1.6.1 de la (a) a la (f).

Determinar el ahorro total resultante en los beneficios técnicos listados en la sección 1.6.2 de la (a) a la (e).

Determinar el incremento en la productividad, eficiencia e ingresos a través de los beneficios de negocios listados en la sección 1.6.3, puntos (a) a la (e).

El paso final es categorizar los resultados de los tres pasos anteriores bajo las siguientes denominaciones:

Los proyectos que incluyen gastos de capital, labor de implementación, administración y soporte, operaciones y gastos de contratos se denominan (A).

Los beneficios tangibles y no tangibles se denominan (B)

Usando la siguiente fórmula, aplicamos los números como:

$$\text{ROI para SOA y Web Services} = (B - A)/A * 100$$

En esta sección se ha tratado el ROI de una manera muy simple, los resultados numéricos finales deberían pasar por un análisis mas detallado. Sin embargo la idea clara que debemos tener es que el máximo ROI se obtiene por la reusabilidad de las aplicaciones e interfases y la integración de aplicaciones legadas (ERP, CICS, etc.) cuando son llevadas a SOA.

## 1.7.- El modelo de referencia para la Arquitectura Orientado a Servicios

Es un modelo que sirve como referencia para la implementación de soluciones basadas en Arquitecturas Orientadas a Servicios. La abstracción de una Arquitectura Orientada a Servicios lo muestra como una arquitectura de capas basado en “componentes”, “servicios” y “procesos”.

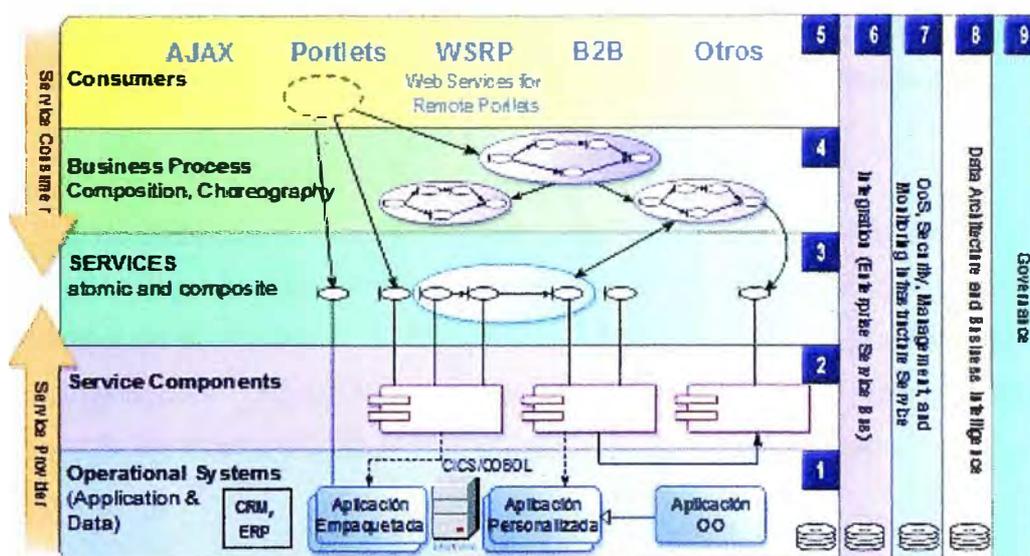


Fig. 1.7 Modelo de referencia de las Arquitecturas Orientadas a Servicios

Donde:

### 1.7.1.- Capa 1: Capa de los sistemas de la empresa

Esta formado por los “sistemas legados” como por ejemplo las aplicaciones CRM y ERPs, aplicaciones Cobol en servidores de transacciones CICS y las antiguas implementaciones de aplicaciones orientadas a objetos, además de las aplicaciones de “business intelligence”.

### 1.7.2.- Capa 2: Capa de los componentes

En esta capa se encuentran los componentes de los servicios (los servicios están formados por componentes). Estos componentes son los responsables de realizar las funcionalidades de los servicios y mantener la calidad de servicio de los mismos.

### 1.7.3.- Capa 3: Capa de los servicios

En esta capa se encuentran los servicios expuestos, que pueden ser “descubiertos” e invocados por los consumidores de servicios.

#### 1.7.4.- Capa 4: Capa de los procesos de negocio

En esta capa se definen las composiciones y secuencias (orquestración) de los servicios expuestos en la capa 3. Los servicios secuenciados forman un flujo y de ésta forma actúan como una sola aplicación.

#### 1.7.5.- Capa 5: Capa de acceso

En esta capa se muestra el consumidor SOA, invocando servicios orquestados, servicios individuales o servicios compuestos a través de diversas tecnologías.

#### 1.7.6.- Capa 6: Bus de Servicios Empresariales (ESB)

El Bus de Servicios Empresariales integra los servicios a través del enrutamiento inteligente, la negociación de protocolos y los mecanismos de transformación independientes de la ubicación de los servicios. Es el mecanismo a través del cual los servicios interactúan entre sí y también interactúan con los consumidores, proporcionando la infraestructura de comunicaciones para la empresa.



Fig. 1.8 El ESB comunica a toda la empresa

#### 1.7.7.- Capa 7: Calidad de Servicios (QoS)

Proporciona las capacidades requeridas para mantener una alta calidad de servicio, incluyendo la seguridad, supervisión y administración de los servicios.

### 1.7.8.- Capa 8: Arquitectura de datos

Proporciona las consideraciones para la arquitectura de datos y, si es aplicable, para la inteligencia de los procesos en cada una de las otras capas SOA.

### 1.7.9.- Capa 9: Gobierno

El control de toda la arquitectura SOA.

## 1.8.- Relación entre el Modelo de Referencia y la Infraestructura SOA

Cuando se realiza una implementación de una Infraestructura SOA, se debe tener muy en cuenta que los elementos físicos que conforman la infraestructura SOA (llámense Bases de datos, Servidores de Procesos, etc.) son herramientas que pueden tener diversos roles dentro del Modelo de Arquitectura SOA. No se puede decir “el producto X es el Bus de Servicios de la Empresa” o que la capa de procesamiento es siempre un determinado Lenguaje de Ejecución de los Procesos del Negocio. No existe una relación única de producto con un rol específico dentro de la arquitectura, un producto de hecho puede cubrir muchos roles dentro de la arquitectura y así debe considerarse en una implementación real. La abstracción del modelo no indica exclusividad de un producto.

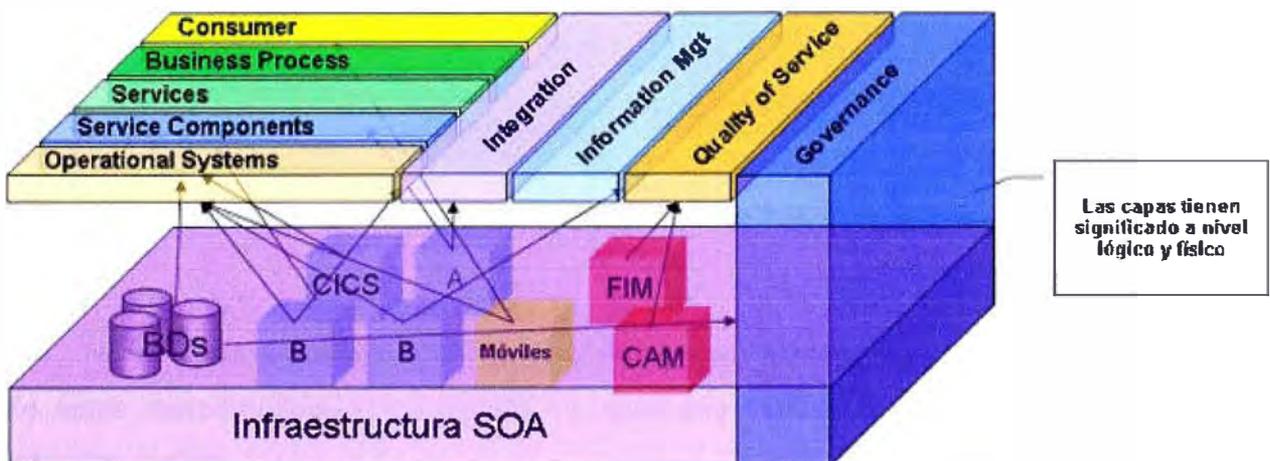


Fig. 1.9 Mapeo del modelo SOA con la Infraestructura

## 1.9.- Metodología utilizada para implementar SOA

SOMA (Service Oriented Modeling & Architecture) es la metodología que permite implementar un plan de Arquitectura Orientada a Servicios (SOA), el cual enlazará los procesos de negocios con las aplicaciones subyacentes a través de los servicios.

Existen tres actividades principales necesarias para el análisis y diseño de una arquitectura orientada a servicios mediante SOMA, estos son: la **Identificación**, la **Especificación** y la **Realización** de los servicios, componentes y flujos (típicamente mediante la orquestación de los servicios).

La Fig. 1.9 muestra como mediante la metodología SOMA y teniendo como entrada la información de metodologías orientadas al análisis de Procesos de Negocios como CBM (Component Business Modeling), que identifican las áreas de negocio a ser mejoradas , se identifican los procesos y se crean los Servicios a partir éstos procesos, los cuales serán implementados en la Arquitectura Orientado a Servicios.

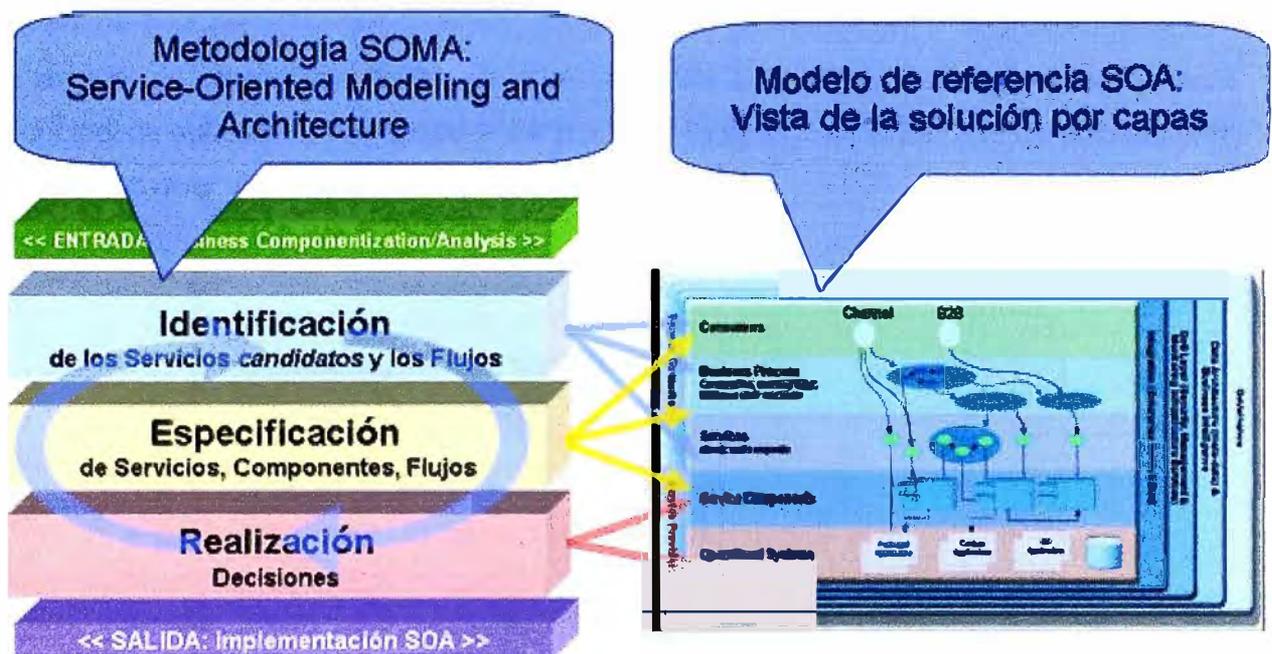


Fig. 1.9 Metodología SOMA

No es materia del presente trabajo el detallar las actividades y técnicas de cada una de éstas metodologías, sin embargo es necesario establecer ciertos puntos saltantes respecto a ellas.

SOMA es amplio e incluye la metodología de análisis y diseño SOAD ("Service Oriented Analysis & Design") que extiende/expande el método tradicional del OOAD ("Análisis y Diseño orientado a Objetos") para incluir elementos concernientes a SOA que no están contemplados en OOAD.

**¿Por qué no es posible utilizar solo los métodos tradicionales para el análisis y diseño SOA?**

Porque ellos cubren solo parte de los requerimientos necesarios para soportar el paradigma de SOA. Mientras que SOA refuerza los principios de arquitectura de software ya establecidos, como son el enmascaramiento de la información, la modularización, y la separación de características, también adiciona temas como la orquestación de servicios, secuenciamiento de servicios, el repositorio de servicios y el bus de servicios; los cuales no son cubiertos en su extensión por los métodos actuales (OOAD “Object-Oriented Analysis and Design”, EA “Enterprise Architecture” y BPM “Business Process Management”).

En la Fig. 1.10 el eje horizontal representa las etapas de desarrollo de un proyecto (Análisis, Diseño y Desarrollo) y el eje vertical muestra los niveles de abstracción donde se encuentran las actividades de modelado (a nivel de Aplicación, a nivel de Arquitectura o a nivel de Negocios). Como se observa, cada uno de los métodos tiene un área principal de aplicación, por ejemplo: BPM a nivel de negocios, EA a nivel de arquitecturas y OOAD a nivel de aplicaciones.

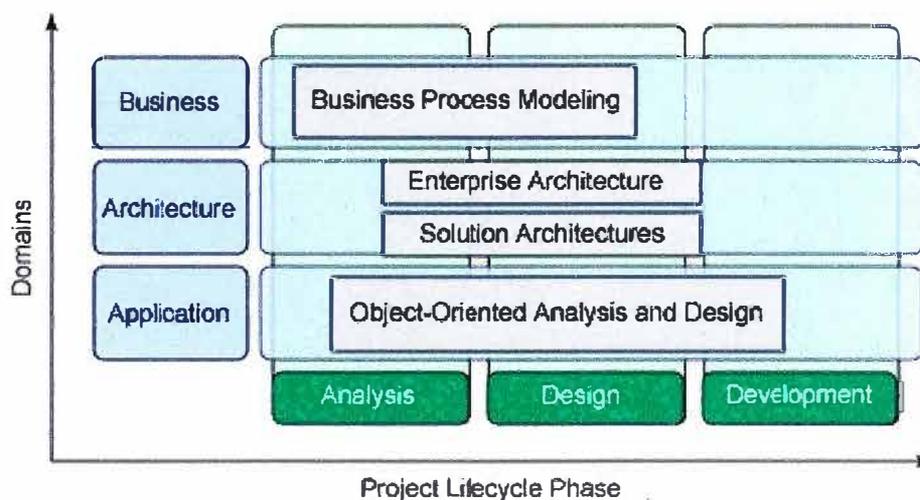


Fig. 1.10 Áreas principales de aplicación de las metodologías actuales

Lo que se requiere para SOA es tener un modelo híbrido de SOAD (Service Oriented Architectures & Design) que integre las mejores prácticas de OOAD, BPM y EA y los complemente con los nuevos elementos para el Análisis y Diseño de una Arquitectura Orientado a Servicios.

En la Fig. 1.11 se muestra el modelo híbrido de SOAD.

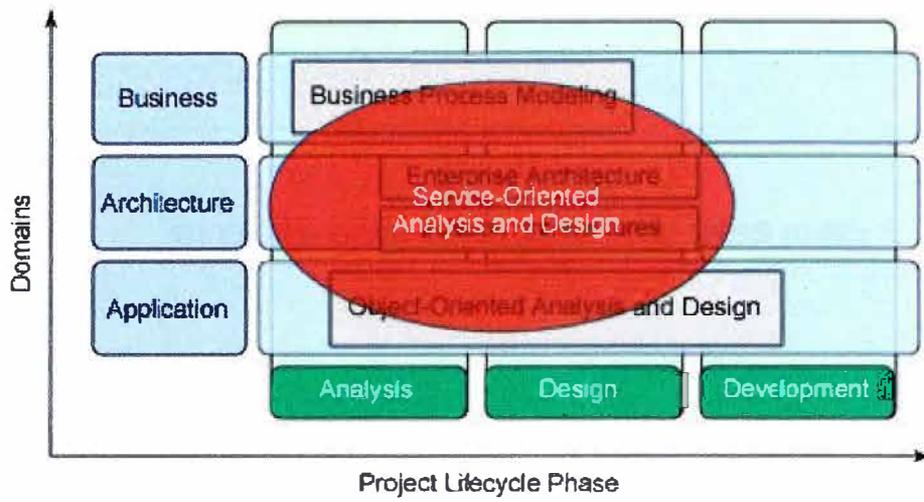


Fig. 1.11 Modelo híbrido SOAD para las arquitecturas orientadas a servicios

## CAPITULO II

### OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

#### 2.1.- Definición

OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.

El OEE es la mejor forma práctica para monitorear y mejorar la efectividad de un proceso de fabricación (máquinas, celdas de fabricación, líneas de ensamblaje, etc.) ya que permite medir, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales de la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

#### 2.2.- Factores que intervienen en el cálculo del OEE

Existen tres elementos constituyentes del OEE que son: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad, los cuales son métricas que se usan para medir la eficiencia y efectividad de una planta. Estos tres elementos intervienen directamente en el cálculo del OEE.

El análisis del OEE empieza con el "Tiempo de Operación de la Planta" (Plant Operating Time) que es la cantidad de tiempo que la planta ó fábrica está abierta y disponible para la operación del equipo (a ser evaluado mediante el OEE).



Fig. 2.1 Tiempo de Operación de la Planta

De éste "Tiempo de Operación de la Planta" restamos una porción de tiempo llamado "Tiempo no-productivo planificado" (Planned Shut Down), el cual contempla todos los eventos que deberían ser excluidos del análisis de la eficiencia porque se tiene

planificado no producir durante estos períodos de tiempo (por ejemplo: almuerzos, mantenimientos planificados, períodos donde no hay algo que producir, etc.). El tiempo resultante se denomina "Tiempo Planificado para la Producción" (Planned Production Time), y es el tiempo total que se espera que la máquina produzca. Este tiempo sirve para realizar el análisis del OEE.

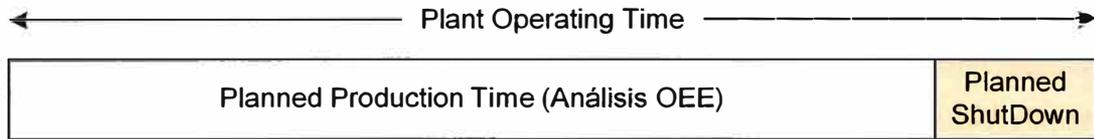


Fig. 2.2 Tiempo planificado para la producción

El análisis del OEE se realiza dentro del "Tiempo Planificado para la Producción" y se analizan las pérdidas de eficiencia y productividad que ocurren durante este tiempo, con el propósito de reducirlos o eliminarlos.

Existen tres categorías de pérdidas que OEE considera: "Las pérdidas por detenciones en el equipo", "Las pérdidas por disminución en la velocidad de operación" y "Las pérdidas en la Calidad", las cuales afectan a los tres parámetros fundamentales de la productividad: La Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad.

Tabla 2.1 Parámetros de la productividad relacionados con OEE

La Disponibilidad	→	Se ve afectado por	→	"Las pérdida por detenciones en el equipo" (OEE individual)
La Eficiencia	→	Se ve afectado por	→	"Las pérdidas por disminución en la velocidad de operación"
La Calidad	→	Se ve afectado por	→	"Las pérdidas de la Calidad"

### 2.2.1.- La Disponibilidad

La disponibilidad OEE tiene en cuenta el "Tiempo perdido por detenciones del equipo". En este tiempo se considera cualquier evento que detiene una producción planificada por un período de tiempo medible (generalmente minutos, lo suficientemente largo como para poder ser registrados como un evento). Como ejemplos podemos citar el tiempo perdido por fallas en los equipos, la escasez de material (con el que es abastecida una máquina) y los tiempos de transición que son pérdidas por el intercambio de equipos, conexiones, materiales o el cambio de configuraciones.

Para el cálculo del OEE se consideran los tiempos de transiciones pues son una forma de detención de la producción. Por ejemplo, para una máquina que produce piezas tipo1 y piezas tipo2, el tiempo de transición para convertir la máquina de productora de piezas tipo1 a productora de piezas tipo2 o viceversa, es un tiempo no productivo, por citar un ejemplo. Como no es posible eliminar el tiempo de transición, debemos minimizarlo en lo posible.

Si al "Tiempo Planificado para la Producción" le restamos el "Tiempo perdido por detenciones del equipo" tenemos como resultado el "Tiempo de Operación" (Operating Time).

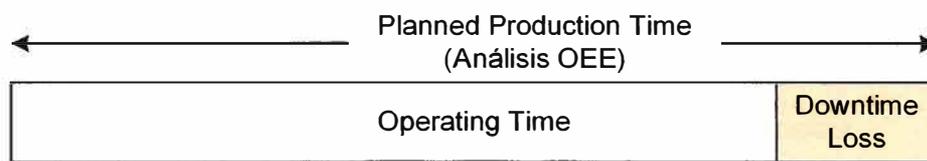


Fig. 2.3 Tiempo de operación

### **a).- Cálculo del índice de Disponibilidad**

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Production Time}} \quad (2.1)$$

El índice de disponibilidad es el cociente que resulta de dividir el tiempo en el cual la máquina ha estado produciendo entre el tiempo en el cual la máquina podría haber estado produciendo.

### **2.2.2.- El Rendimiento**

El rendimiento OEE tiene en cuenta las "Pérdidas por la disminución en la velocidad de operación" de las máquinas, dentro del cual se considera cualquier factor que cause que el proceso opere a menor velocidad de la máxima posible. Por ejemplo la maquinaria usada, el desabastecimiento de materiales, el abastecimiento con materiales por debajo del estándar requerido y las ineficiencias del operador.

Si al "Tiempo de Operación" le restamos el "Tiempo perdido por la disminución en la velocidad de operación" de las máquinas tenemos como resultante el "Tiempo neto de Operación" (Net Operating Time).

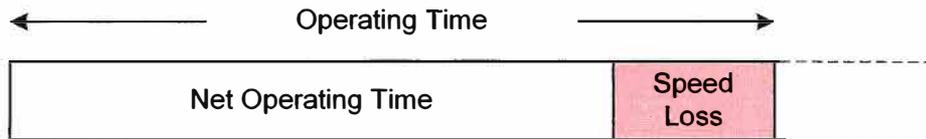


Fig. 2.4 Tiempo neto de operación

### a).- Cálculo del índice de Rendimiento

El índice de rendimiento es el cociente que resulta de dividir el número total de piezas producidas entre el número total de piezas que se podrían haber producido (de acuerdo a la capacidad nominal de la máquina).

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Nro de piezas producidas}}{\text{Nro piezas que se podrían haber producido}}$$

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Nro de piezas producidas}}{(\text{OT}) \times (\text{CPN})} \quad (2.2)$$

OT = Operating Time

CPN = Capacidad nominal de producción de la máquina

### 2.2.3.- La Calidad

La calidad OEE tiene en cuenta las “Pérdidas por disminución en la calidad” de lo producido, o sea las piezas producidas que no alcanzan los estándares de calidad establecidos, incluyendo las piezas que necesitan ser trabajadas de nuevo. Si al “Tiempo neto de operación” le restamos el “Tiempo perdido al hacer piezas defectuosas” tenemos como resultante el “Tiempo Completamente Productivo” (Fully Productive Time), y es lo que mide OEE para poder maximizarlo.

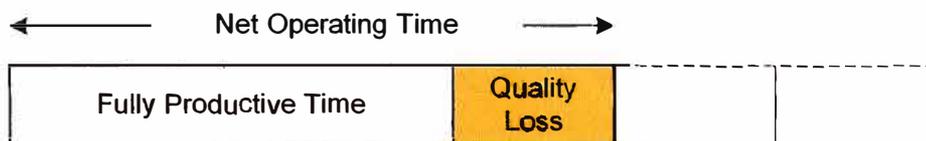


Fig. 2.5 Tiempo completamente productivo

### a).- Cálculo del índice de Calidad

El índice de calidad es el cociente que resulta de dividir el número total de piezas buenas producidas entre el número total de piezas producidas.

$$CALIDAD = \frac{\text{Nro total de piezas buenas producidas}}{\text{Nro total de piezas producidas}} \quad (2.3)$$

### 2.3.- Cálculo del OEE

El OEE toma en cuenta los tres factores (disponibilidad, rendimiento y calidad) de la siguiente forma:

$$OEE = (\text{Disponibilidad}) \times (\text{Rendimiento}) \times (\text{Calidad}) \quad (2.4)$$

Hay que tener en cuenta que el incremento del OEE no es el único objetivo. Por ejemplo, analicemos las dos configuraciones de una misma línea de producción mostradas en la Tabla N° 2.2.

TABLA N° 2.2

Factores OEE	Configuración 1	Configuración 2
Disponibilidad	90.0 %	95.0%
Rendimiento	95.0 %	95.0%
Calidad	99.5 %	96.0%
<b>OEE</b>	<b>85.1 %</b>	<b>86.6 %</b>

A simple vista, si nos fijamos en el OEE, podríamos decir que la Configuración 2 está realizando un mejor trabajo que la Configuración 1 pues su índice OEE es mayor. Sin embargo, la Configuración 1 produce piezas de mejor calidad (3.5% mas que la Configuración 2) aunque tiene menor disponibilidad (5% menos que la Configuración 2). Para un caso real de producción, es mucho mas conveniente producir piezas de mejor calidad que tener una mayor disponibilidad del equipo. La calidad en el mercado traerá muchos mas beneficios a la empresa.

Dado que el OEE depende de tres indicadores, es necesario un monitoreo continuo de la evolución de cada uno de ellos. Una Arquitectura Orientada a Servicios permite obtener métricas en tiempo real de la evolución de los factores de OEE y de los indicadores clave de los procesos para así generar información necesaria para la toma de decisiones gerenciales.

## **2.4.- ¿Cómo mejorar el OEE?**

A través de un programa de mejora continua apoyado por la tecnología.

### **2.4.1.- Mediante los programas de mejora continua**

En este punto es común pensar en metodologías de gestión de calidad, como por ejemplo Six Sigma, cuyo objetivo es disminuir el número de “defectos” en la entrega de un producto o servicio al cliente hasta llegar a un máximo de 3,4 “defectos” por millón. Si consideramos que normalmente el porcentaje de defectos en un proceso está alrededor del 10%, o sea 100,000 defectos en un millón de instancias, 3.4 defectos en un millón de oportunidades es casi decir "cero defectos".

También podemos citar al programa de “Mantenimiento Productivo Total” (Total Productive Maintenance) o simplemente TPM el cual es un sistema elaborado para eliminar las pérdidas, reducir las paradas, garantizar la calidad y disminuir los costos en los procesos continuos de fabricación.

TPM es un concepto de mejoramiento continuo. Más que una receta, TPM es una filosofía que enfatiza en la importancia de que todos los empleados de una empresa se involucren y se sientan parte del proceso de fabricación. El trabajo en equipo, de todas las áreas, es vital para el éxito de TPM, particularmente el trabajo conjunto entre las áreas de producción y mantenimiento. El objetivo de TPM es lograr cero accidentes, defectos y averías, apuntando a prevenir en forma proactiva cualquier falla o deficiencia antes que ello ocurra.

El propósito de TPM es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial. Toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta responsabilidad. La implementación de TPM es un objetivo de todos los integrantes de la empresa. También genera beneficios para todos. Mediante este esfuerzo, todos son responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar, y mejorando además su aspecto. La participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes viven con el equipo todos los días.

Además, TPM también trabaja sistemáticamente en las siguientes actividades que permiten lograr el objetivo de “cero” desperdicios:

Foco en la mejora de los procesos y de las condiciones de trabajo.

Mantenimiento autónomo, donde el operador de la máquina es el actor clave para llevar a cabo las actividades de mantenimiento diario que prevengan el deterioro de la máquina (participación total en el proceso).

Mantenimientos planificados.

Educación y entrenamiento para tener una fuerza laboral con múltiples habilidades.

Mantenimiento de la calidad del producto mediante el uso de herramientas que eviten cometer errores (“sistemas anti-tontos” o poka-yokes en japonés).

Seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuado que impidan los accidentes laborales.

Compartir las experiencias y conocimientos (knowledge base). Aquí la experiencia y la motivación del empleado es esencial para que TPM funcione.

Además, se propugna que las máquinas deben estar listas cuando se las requiera, pero no necesariamente deben estar trabajando todo el tiempo para que sean productivas. Aquí las métricas claves son la eficiencia y la calidad de las máquinas en funcionamiento, para ello la industria de la manufactura se apoya en OEE y en SOA, para ver la evolución del TPM y para tener indicadores de rendimiento en tiempo real, dejando de lado la clásica medición del tiempo disponible y de la cantidad de piezas producidas.

#### **2.4.2.- Mediante el apoyo de la tecnología SOA**

Como se mencionó en la sección 2.4.1, conocer el valor de los indicadores de OEE de las máquinas es importante para saber su desempeño y posterior mejora en la producción, pero ¿importa el tiempo que transcurre desde que se registró el indicador hasta el momento en que se toma una decisión sobre este indicador? La respuesta es sí.

Para que una empresa sea ágil es necesario que la recopilación de los datos sea rápida y eficiente para tenerla disponible en tiempo real en cualquier momento que se requiera.

Los datos recopilados no serán útiles hasta que alguien los revise y los analice. Un documento impreso en manos de la gerencia no será ni cercanamente útil como tener los datos en tiempo real, con gráficos y cuadros estadísticos en base a esos datos procesados de forma tal que sea útil para la gerencia y personal de planta.

Como veremos en los Capítulos III y IV, una Arquitectura Orientado a Servicios, además de automatizar la colección de datos y el proceso de transformación, permite poner la información al alcance de toda la empresa integrando las áreas, procesos y

datos de la empresa. Los datos son recopilados fácilmente, en forma automática y compartidos con la gerencia y el área de producción para la toma de decisiones.

## 2.5.- ¿Qué pérdidas se deben evitar para mejorar el OEE?

Tanto TPM como OEE permiten reducir y/o eliminar las causas más comunes de las pérdidas durante el proceso de fabricación. En los siguientes cuadros (TABLAS N° 2.3, 2.4 y 2.5) se muestran las seis principales "pérdidas" en la producción relacionadas con las categorías de pérdidas de OEE:

TABLA N° 2.3 Pérdidas en la producción por detenciones en los equipos

Categoría de la pérdida en Planta	Categoría de la pérdida en OEE	Ejemplos de eventos	Comentarios
Detenciones	DownTime Loss (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en las herramientas.</li> <li>• Mantenimientos no planificados.</li> <li>• Cualquier tipo de interrupciones.</li> <li>• Falla en los equipos.</li> </ul>	Existe flexibilidad para establecer el umbral entre una interrupción y una detención pequeña.
Configuración y ajustes	DownTime Loss (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración, cambios de equipos y conexiones.</li> <li>• Escasez de materiales.</li> <li>• Deficiencias del operador en el manejo de la máquina.</li> <li>• Ajustes mayores.</li> <li>• Tiempo que demora la máquina antes de llegar a su régimen estable.</li> </ul>	Estas pérdidas son minimizadas mediante programas de reducción de configuraciones como el TPM.

(\*) DownTime Loss = Tiempo perdido por las detenciones en los equipos.

TABLA N° 2.4 Pérdidas en la producción por disminución en la velocidad

Categoría de la pérdida en Planta	Categoría de la pérdida en OEE	Ejemplos de eventos	Comentarios
Pequeñas detenciones	Speed Loss (**)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción en el flujo de producción.</li> <li>• Atasco de componentes.</li> <li>• Falta de alimentación de material.</li> <li>• Sensor bloqueado.</li> <li>• Limpieza y chequeo.</li> </ul>	Típicamente solo se incluyen detenciones que están por debajo de los 5 minutos y que no requieren la intervención del personal de mantenimiento.
Velocidad reducida	Speed Loss (**)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de trabajo con altibajos.</li> <li>• Trabajo por debajo de la capacidad nominal.</li> <li>• Trabajo por debajo de la capacidad diseñada.</li> <li>• Equipo usado.</li> <li>• Ineficiencia del operador.</li> </ul>	Cualquier cosa que mantenga al proceso trabajando por debajo de su capacidad nominal.

(\*\*) Speed Loss = Tiempo perdido por disminución en la velocidad de operación.

TABLA N° 2.5 Pérdidas en la producción por disminución en la calidad

Categoría de la pérdida en Planta	Categoría de la pérdida en OEE	Ejemplos de eventos	Comentarios
Rechazo de piezas durante el ajuste de la máquina y poco después de ello.	Quality Loss (***)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos.</li> <li>• Retrabajo de la pieza producida.</li> <li>• Daños en el proceso.</li> <li>• Expiración de la configuración.</li> <li>• Ensamblaje incorrecto.</li> </ul>	Rechazos durante el tiempo de establecimiento de la máquina, antes de llegar al régimen estable. Puede deberse a una inadecuada configuración o tiempo de establecimiento errado.
Rechazo de piezas durante la producción	Quality Loss (***)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos.</li> <li>• Retrabajo de la pieza producida.</li> <li>• Daños en el proceso.</li> <li>• Expiración de la configuración.</li> <li>• Ensamblaje incorrecto.</li> </ul>	Rechazo durante la etapa de producción.

(\*\*\*) Quality Loss = Tiempo perdido por disminución en la calidad de lo producido.

## **CAPITULO III**

### **SOA y ERP en la Industria de la Manufactura de Cueros y Calzados (Producción y Distribución)**

#### **Introducción**

En el presente capítulo III y en el subsiguiente capítulo IV bosquejaremos e implementaremos una solución de integración entre los Sistemas Empresariales y los Sistemas de Planta en la industria de la manufactura, esto con el propósito de brindar, a la empresa, agilidad y adaptación para hacer frente a los cambios y a la competencia del mercado.

Si bien la problemática y el enfoque de la solución presentados en éste capítulo son válidos para cualquier Industria de la Manufactura, nosotros lo particularizaremos a la Industria del Calzado en el Perú. Este rubro, en la actualidad tiene presencia en mercados de la región por su alta calidad, aún cuando está considerada dentro de la categoría de “baja tecnología” y enfrenta problemas de dumping, contrabando, subvaluación y competencia desleal.

#### **Alcance**

Este trabajo no pretende hacer un análisis exhaustivo de la problemática del sector de la manufactura, mas específicamente Cueros y Calzados, problemática que dicho sea de paso involucra al sector político, económico y social del país. El objetivo es aportar ideas que involucren tecnologías emergentes y nuevas metodologías relacionadas con la tecnología que ayuden, a las empresas de este sector, a ser más competitivos y a adaptarse a los cambios del mercado.

El espíritu de esta sección es presentar primero la problemática de la industria de la manufactura en un sentido general, y también en forma puntual referido a los ERP's y la falta de integración de los Sistemas Gerenciales con los Sistemas de Planta.

Luego, veremos todos los elementos de la manufactura llevados a una Arquitectura Orientado a Servicios, esto incluye: maquinarias, dispositivos, conectores y sistemas de control de planta, todos los cuales se integran con el sistema gerencial.

### **3.1.- Problemática actual de los sistemas en la industria de la manufactura**

Para las empresas que tienen procesos de manufactura u otras operaciones de campo, el valor de la empresa está relacionado directamente con la eficiencia de su capital (ganancia/capital), es decir como pueden obtener la mayor ganancia por el capital utilizado.

Las organizaciones y empresas manufactureras, luego que han pasado por un proceso de reestructuración para mejorar sus procesos de negocios (que no es materia de éste trabajo), deberán apoyarse en la tecnología para poder soportar y manejar con efectividad sus operaciones en las áreas que mas impacten la eficiencia de su capital, y de ésta forma crear valor. Sin embargo, en la actualidad, los sistemas en la manufactura tienen limitaciones que impiden soportar los esfuerzos de mejora, y de manera más amplia la industria de la manufactura se enfrenta con la siguiente problemática:

Falta de una visibilidad real dentro de las operaciones de la manufactura. Por ejemplo la gerencia puede no saber las respuestas a las siguientes preguntas: *“¿Qué está ocurriendo en mi línea de producción? ¿Qué está ocurriendo en este preciso instante en la máquina suajadora de calzado?”* *“¿Cuánto material estoy consumiendo?”* *“¿Cuántos calzados deportivos para niños del modelo S34F estoy produciendo?”*.

Dado que el flujo rápido de información desde la planta hacia los centros de control y toma de decisiones (gerencia) es vital para la flexibilidad de una empresa competitiva, la visibilidad inexistente o parcialmente existente de las operaciones es un tema crítico a resolver.

Imposibilidad de modificar los procesos de producción de acuerdo a los cambios en la demanda del mercado. Por ejemplo: *“Tenemos un nuevo pedido por 200 pares del modelo A23Z, ¿que línea(s) de producción detengo para introducir éste pedido (obteniendo el máximo beneficio)?”*

La industria de la manufactura se está moviendo del modelo de "producción en masa" con grandes inventarios hacia el modelo "orientado a la demanda" (on-demand, por órdenes específicas) con el mas bajo nivel de inventario posible.

Falta de herramientas que permitan la rápida identificación e implementación de los cambios en los procesos, para la mejora operacional. Por ejemplo: *“Vamos a*

*modificar el proceso de control de la producción incluyendo un nuevo sub-proceso de supervisión de las métricas OEE de las máquinas. ¿Que herramientas pueden ayudarnos en ésta supervisión?”*

Existencia de sistemas legados (antiguos) propietarios e inflexibles, que son difíciles de usar y costosos para implementarles mejoras y mantenerlos (por ejemplo los sistemas de Planificación de los Recursos de la Empresa - ERP).

Existencia de sistemas frágiles, inflexibles y muy costosos de cambiar. Pocas veces orientados a la modularidad.

Existencia de aplicaciones que fueron creadas para resolver una sola instancia o algunos casos particulares de un problema, y por lo tanto son demasiado específicos.

Existencia de silos de aplicaciones (aplicaciones que sirven aisladamente a determinadas áreas de la empresa) y sistemas construidos para solucionar y servir solo a una parte de la organización. *“Nuestro ERP lo utilizamos para ingresar las Ordenes de Compra, el listado de lo que necesitamos producir lo sacamos impreso y lo enviamos a planta, ellos ingresan estos datos a su propio sistema de control. Al final de la semana, nos entregan un reporte impreso de la evolución de los OEE”*

Interfases no estandarizadas entre aplicaciones de software (dentro de la empresa). *“Tenemos un proyecto para interconectar nuestro ERP con los sistemas gerenciales, pero requerimos además de otro proyecto para crear las interfases de conexión de nuestro ERP y sistemas transaccionales CICS con la nueva aplicación que hemos comprado. Todo esto demorará un año y medio”.*

Este punto es tal vez uno de los retos más importantes a solucionar mediante las metodologías y arquitecturas relacionadas con SOA. En la actualidad no solo existen interfases no estandarizadas entre aplicaciones sino que además son tan específicas para cada tipo de conexión que es necesario crear múltiples conexiones uno-a-uno para que las aplicaciones puedan conversar entre sí.

Falta de integración con las unidades de negocio, partners y clientes. *“Nuestros partners nos llaman por teléfono o nos envían correos preguntando por nuestro stock de modelos para luego por el mismo medio hacer los pedidos. Y nuestros clientes hacen lo mismo. Eso supone pérdidas de tiempo y costos”.*

Interfases no estandarizadas con el software utilizado por los business partner (asociados de negocios) de la empresa que hacen difícil los cambios a los proceso de negocios. *“Nuestro business partner ha recibido un pedido por 1,500 pares del modelo A23S y desea producir parte de ellos en su planta y parte en la nuestra, lo cual es imposible de realizar”*

Existencia de una amplia variedad de entornos de cómputo, plataformas y productos que han creado una mezcla compleja de tecnologías. *“Tenemos actualmente nuestro ERP que está en un host zSeries y se comunica solo con los clientes ERP de cobranzas y finanzas. Nuestro sistema de control de personal está confinado solo al área de Recursos Humanos. Cada una de las demás áreas tienen sus propios sistemas hechos a medida en plataformas Intel. Todos envían reportes impresos o por correo a la gerencia para la toma de decisiones”*

Creciente demanda por productos de calidad. Las economías de mercado demandan productos de calidad, desde un principio. Esto significa que no esperan a que un producto salga al mercado con una baja calidad y luego mejore, simplemente optan por otro producto dentro de la enorme variedad que existen. En este punto el reto de las empresas de manufactura es sacar al mercado un producto de calidad desde un principio y en un tiempo breve. Por ejemplo: *“Vamos a sacar un nuevo modelo dirigido al sector joven. Según las proyecciones y estudios de mercado deberá ser lanzado dentro de tres meses por cambio de estación. Pero para esa fecha no saldremos con la calidad que deseamos, saldremos como estamos y luego lo mejoraremos”*

### **3.1.1.- ¿Cómo puede ayudarnos SOA a resolver ésta problemática?**

Como detallaremos en el presente Capítulo III y subsiguiente IV, la Arquitectura Orientado a Servicios de la mano con los Servicios Web permiten habilitar la integración de las áreas de producción con las unidades de negocio, partners y clientes.

Para superar las limitaciones expuestas en la sección 3.1 (*“Problemática actual de los sistemas en la industria de la manufactura”*) y mejorar la efectividad en las operaciones de manufactura, y de esta forma ser más competitivos, debemos pensar en llevar los actuales sistemas de negocios hacia Arquitecturas Orientados a Servicios, de manera gradual y en forma planificada. Una arquitectura SOA nos permitirá interconectar personas, sistemas de negocios y dispositivos (B2D) en forma conjunta en un ambiente colaborativo, en tiempo real y de manera flexible.

### **3.2.- Problemática actual de los sistemas ERPs (en la manufactura)**

Los Enterprise Resource Planning son sistemas de información gerencial que manejan las operaciones de producción y aspectos de la distribución dentro de una empresa. Los sistemas ERP proveen una suite integrada de aplicaciones de tecnología de la información que soportan las operaciones de la empresa y no están limitadas

únicamente a las funciones de planificación (como lo sugiere su nombre) sino típicamente manejan la producción, logística, distribución, inventario, envíos, facturación y contabilidad. Estos sistemas de gestión de información integran y automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa.

Si bien es cierto que los ERPs tienen una amplia visión de aplicación dentro de la empresa porque son integrales, modulares y adaptables (hasta cierto punto), también es cierto que presentan la siguiente problemática:

Son sistemas rígidos, poco flexibles y difíciles de adaptarse a los procesos de negocio de las empresas. En realidad los procesos de la empresa deberían adaptarse a las buenas prácticas contenidas en los ERP, sin embargo muchas veces no se implementan de esa forma dando como resultado silos de información dentro de una empresa.

Los módulos del ERP están fuertemente acoplados entre si y son interdependientes en sus funcionalidades.

El costo de mantenimiento de las licencias es alto y muchas veces no va de acuerdo con el tamaño de la empresa, o con sus ganancias.

Requiere de mucho entrenamiento al personal que lo va a utilizar y muchas veces la dificultad de su uso lo hace tedioso.

Una vez que el sistema está establecido en la empresa, los costos de cambios son muy altos lo cual reduce su flexibilidad y estrategias de control.

Existen problemas frecuentes por la incompatibilidad con otros sistemas de negocios (no se integran fácilmente a otros sistemas de negocios).

Generalmente las empresas no tienen implementados todos los módulos de un sistema ERP, ya sea por costos o porque quieren comprar lo mejor de cada tipo de software para las distintas áreas de la empresa. Por lo tanto no existe un solo "gran sistema" empresarial que esté interconectado a través de todas las áreas de la empresa, sino por el contrario existen "islas" o "silos" de información en cada área y pocas veces existe interconexión entre los sistemas mas utilizados de la empresa con el ERP. Por ejemplo, el sistema de recursos humanos puede ser de un proveedor mientras el sistema de contabilidad puede ser de otro proveedor. A pesar de lo que digan los distintos vendedores de ERP's, mostrando la abundante cartera de aplicaciones para la empresa y promocionando a sus sistemas integrados como la solución superior, raramente los módulos ERP son lo mejor de su clase. Por ello, en

la realidad, las empresas cuentan con una diversidad de sistemas pocas veces integrados.

### 3.2.1.- ¿Cómo puede ayudarnos SOA a resolver ésta problemática?

Como detallaremos en el presente Capítulo III y subsiguiente IV, una Arquitectura Orientado a Servicios permite la integración de los Sistemas Legados (CICS, hosts, etc.) y ERP con los demás sistemas empresariales, a través de un Bus de Servicios de la Empresa.

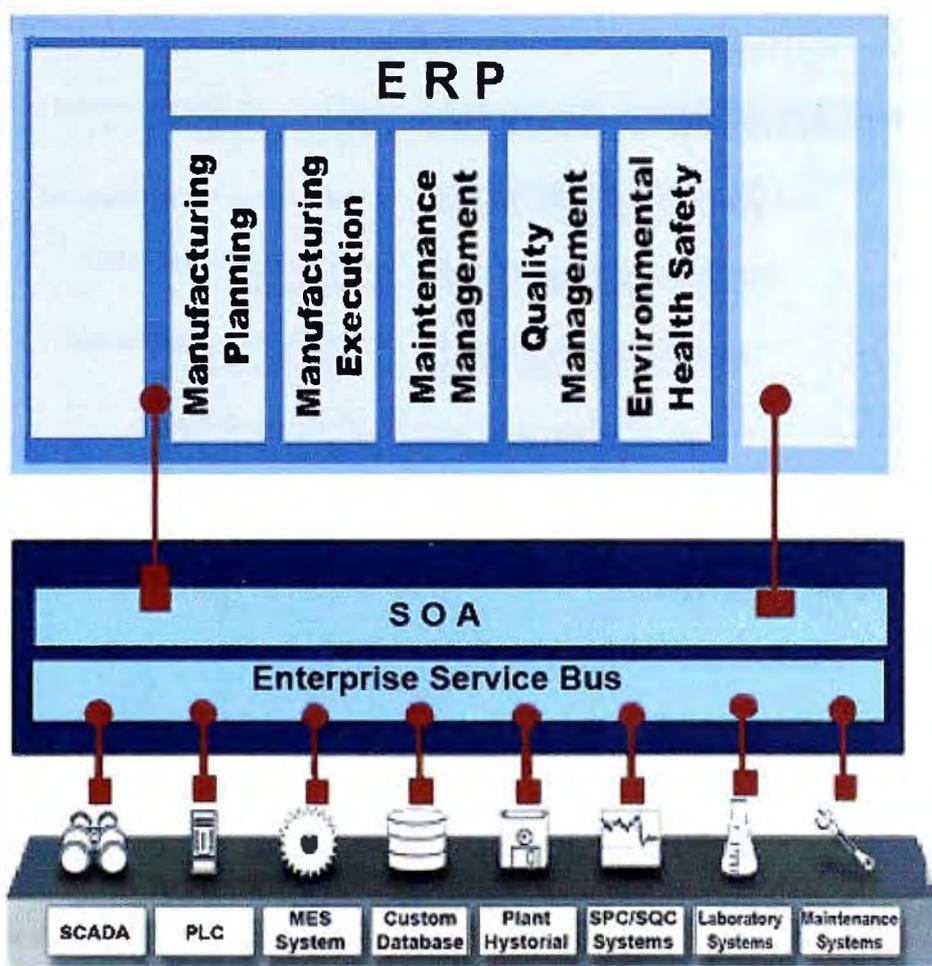


Fig. 3.1 Integración ERP en una Arquitectura Orientada a Servicios

### 3.3.- Problemática de la falta de integración de los Sistemas Gerenciales con los Sistemas de Planta

Para que las industrias de la manufactura sean flexibles y se adapten a los cambios deben desarrollar, producir y entregar sus productos en base a la demanda, utilizando sus recursos de manera óptima. Sin embargo, para que esto ocurra, debe existir una

transferencia continua y fluida de información entre los Sistemas Empresariales y los Sistemas de Planta: información sobre las definiciones, programaciones y producciones de bienes.

Para la mayoría de industrias de fabricación, esta integración en el punto más débil en su cadena de abastecimiento y obviamente la industria del calzado no es la excepción. Es mas, algunas de ellas ni siquiera llegan a tener un Sistema Empresarial como tal.

La Fig. 3.2 muestra los resultados de un estudio realizado por Aberdeen Group (USA) sobre los principales retos que afrontan las empresas de manufactura.

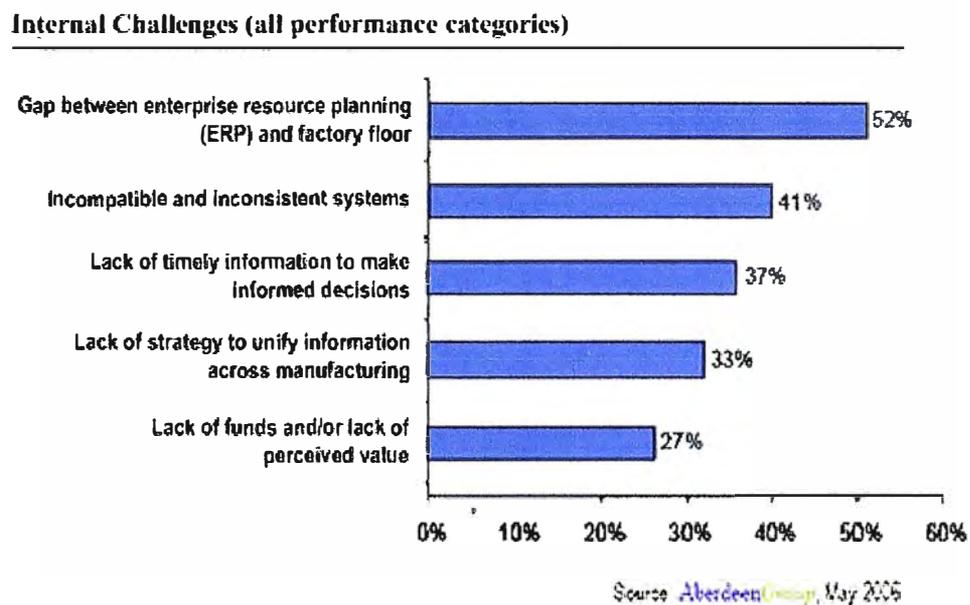


Fig. 3.2 Principales retos que enfrenta la Manufactura

La necesidad por integrar los Sistemas Empresariales y los Sistemas de Planta está llevando a la industria de la manufactura a enlazar sus sistemas de control HMI (Interfases Hombre-Maquina) y SCADA (Supervisión Control y Adquisición de Datos), que se encuentran en planta, con los Sistemas ERP (Planificación de los Recursos de la Empresa) y los demás Sistemas de Negocio empresariales que están en los niveles superiores.

Los fabricantes se han dado cuenta que los sistemas que manejan sus cadenas de sumistros y ERPs no pueden soportar los procesos de negocios orientados a la demanda sin contar con información en tiempo real de lo que sucede en la fábrica. Ejemplos:

- “¿Cuanta materia prima ha sido consumida para producir el primer lote de calzados?”

- “¿Que procesos específicos se utilizaron para crear determinados productos?”
- “¿Que procesos por lotes están pendientes?”

Estas preguntas muchas veces no pueden ser respondidas debido a la brecha que existe entre los sistemas de planta (como el MES y las aplicaciones de automatización propias de planta) y los sistemas empresariales (como el ERP y las aplicaciones de administración de la cadena de suministros SCM).

Actualmente los sistemas ERP y SCM crean planes de producción y distribución diseñados para alcanzar las expectativas de los consumidores. Estos planes no serán útiles a menos que los sistemas ERP y SCM tengan información exacta de lo que sucede en la planta. Los sistemas ERP y SCM operan suponiendo que la planta tiene la capacidad para fabricar muchas piezas, pero no tienen forma de conocer que máquinas están produciendo que productos, o cuales están detenidas o cuantos trabajadores están fuera de tiempo en la producción, todo ello en tiempo real.

### 3.3.1.- ¿Cómo puede ayudarnos SOA a resolver ésta problemática?

Como detallaremos en el presente Capítulo III y subsiguiente IV, una Arquitectura Orientado a Servicios integrará la información de Planta a la inteligencia de los Sistemas Empresariales, dando flexibilidad a los procesos de manufactura de la empresa.



Fig. 3.3 Integración de Planta con los sistemas empresariales

### 3.4 - Beneficios que aporta SOA en la manufactura

El entorno actual y futuro de las empresas de manufactura está y estará caracterizado por los cambios frecuentes de lo que demanda el mercado, por la presión para salir a tiempo con un producto al mercado, por las nuevas tecnologías continuamente emergentes y sobre todo por la competencia global. Por lo tanto, las próximas generaciones de industrias de la manufactura deben estar preparadas para soportar la competencia global, la innovación y la introducción de nuevos productos, y además responder rápidamente al mercado. ¿Cuál será el resultado? Si el costo y la calidad continúan (como siempre) siendo vitales, los sistemas de la manufactura necesitarán ser más flexibles en el tiempo y por lo tanto adaptarse más fácilmente de lo que actualmente lo hacen.

En la actualidad, un tercio del costo total que demanda una planta de manufactura durante su tiempo de vida es gastado en instalación y configuración. Los tiempos de detención por mantenimiento suman otra porción sustancial de los costos operativos. Si una planta tiene que ser adaptado a nuevos productos cambiando sus flujos de procesos e introduciendo nuevos equipos o reemplazando los equipos obsoletos o equipos no competitivos, entonces los tiempos de detenciones y costos de instalación aumentan considerablemente. Los principales obstáculos son la infraestructura de comunicaciones poco flexible entre los componentes del proceso de manufactura y la dificultad de portar las aplicaciones de software existentes hacia nuevas configuraciones.

Como mencionamos anteriormente, SOA permite crear un entorno abierto, flexible y ágil en la industria de la manufactura y posibilita extender el alcance de las actuales arquitecturas autónomas (holónicas) desde el nivel bajo de los dispositivos hasta el nivel alto de los sistemas de administración de procesos de negocios mediante la aplicación de una infraestructura única de comunicaciones. Todo esto permite tener:

*Capacidad de integración:* Los servicios pueden ser rápidamente compuestos con otros servicios, para de esta forma crear servicios de mayor nivel. Así, los dispositivos de planta pueden ser integrados a subsistemas de mayor nivel, tal vez a varios niveles superiores en la arquitectura, debido a la confiabilidad de los servicios.

Un subsistema también puede ser expuesto como un servicio, el cual a su vez puede ser integrado en (sub.)sistemas más complejos. La tecnología legada (antigua) puede ser encapsulada a través de la fachada de servicios, de acuerdo a una aproximación "wrap-and-reuse" en vez de "rip-and-replace".

"wrap-and-reuse" significa poder reutilizar los sistemas legados existentes, enmascarando su complejidad a través de un servicio Web estandarizado.

"rip-and-replace" significa eliminar el componente y crear un componente nuevo.

*Abstracción:* La abstracción que existe entre la interfase de servicios y la implementación de servicios permite que los servicios puedan ser implementados en plataformas heterogéneas (cualquier plataforma). Esto abre una perspectiva sin precedentes de poder mezclar e integrar equipos de distintas marcas y arquitecturas.

*Agilidad, flexibilidad y adaptabilidad de SOA ante los cambios:* Esto se potencia debido a la facilidad con la cual los servicios pueden ser reconfigurados o reemplazados.

Como el desarrollo de los servicios puede hacerse en forma incremental, el crecimiento de la arquitectura sucede progresivamente en el tiempo.

*Reducción de costos:* El costo de desarrollo se reduce debido a la posibilidad de reutilizar los servicios y a la programación de las aplicaciones al nivel más alto posible de abstracción.

*Escalabilidad:* Puesto que cada servicio encapsula a su propia complejidad, la escalabilidad se convierte en una característica inherente en las arquitecturas SOA, así como la facilidad para administrarlas y mantenerlas.

*Tolerancia ante fallos:* La construcción de sistemas tolerantes ante los fallos es muchísimo más sencillo utilizando componentes auto dependientes en lugar de utilizar componentes fuertemente dependientes unos de otros.

### **3.5. Soluciones de SOA en la manufactura**

SOA en la manufactura integra (los procesos de) Producción con los Procesos del Negocio, utilizando la tecnología IT existente en las empresas (Fig.3.4). Las soluciones SOA se basan en tecnologías abiertas y soportadas por estándares (Servicios Web, SOAP, XML, etc.) para establecer la conectividad de la información en la empresa. La integración desde los dispositivos de campo hasta los sistemas de gestión para la toma de decisiones permite a las empresas de manufactura tener total visibilidad sobre los procesos de la empresa y tomar decisiones acertadas.

La plataforma SOA permite a la industria de la manufactura integrar en forma consistente y coherente las aplicaciones empresariales, y otros componentes, con los sistemas ERP. SOA integra de manera efectiva las aplicaciones más críticas de la empresa dentro de una infraestructura IT ampliamente aceptada y capaz de soportar los procesos de mejora de la calidad y reducción de los desperdicios (Lean Manufacturing) a lo largo de toda la cadena de abastecimiento.

Conforme las empresas de manufactura vayan adoptando cada vez mas los programas de mejora continua de la producción (llámense Lean Manufacturing, TPM & OEE, Just-in-Time, etc.) las infraestructuras IT también deberán ir soportando estas iniciativas.

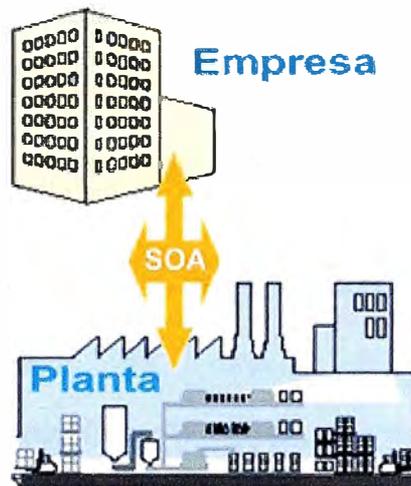


Fig. 3.4 Solución SOA integral

SOA permite integración y flexibilidad entre los sistemas de negocio y los sistemas de planta (Fig. 3.5), una combinación poderosa que permite brindar productos de calidad superior a un mínimo costo.

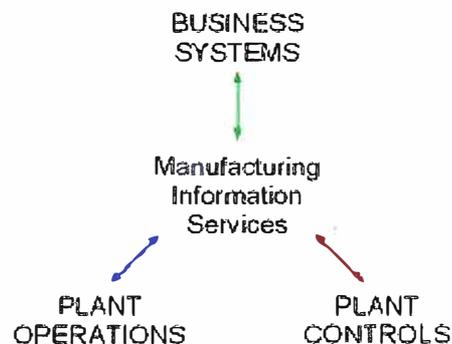


Fig. 3.5 Integración de los Sistemas de Negocios con los de Planta

En la Fig. 3.6 se muestra las estadísticas de las implementaciones SOA a nivel USA para el año 2006 distribuido en 5 sectores (gobierno, manufactura, banca y finanzas, venta al público y telecomunicaciones inalámbricas). En este cuadro se puede observar la creciente adopción de SOA por el sector de manufactura, junto con los sectores financieros, ventas minoristas e inalámbricos.

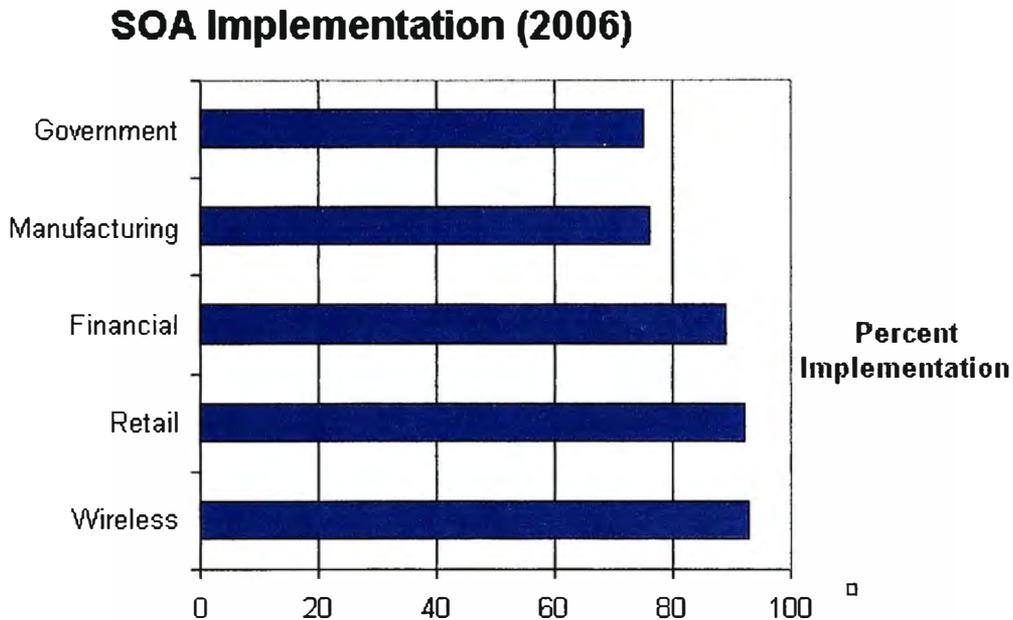


Fig. 3.6 Implementaciones SOA 2006 (Fuente Yankee Groups)

Para la manufactura, podemos categorizar las soluciones de SOA en dos clases:

Soluciones SOA basados en dispositivos (B2D)

Soluciones SOA de integración de negocios (B2B)

### 3.5.1 - Business-To-Device (B2D): Soluciones basadas en dispositivos

En la actualidad, debido a la existencia de una amplia gama de dispositivos inteligentes en el mercado y debido a que pueden ser programados para manejar diversas situaciones sin intervención humana, se hace necesario ampliar su espectro de usos hacia los proceso de negocios.

Por ejemplo, para el sector minorista (retail) doméstico, podemos considerar el escenario en donde un refrigerador detecta la cantidad de leche disponible y cada vez que el nivel está por debajo de lo permitido, automáticamente ordena la leche al supermercado y es aquí donde se dispara un proceso de negocios que culminará con la

satisfacción de lo solicitado. Este ejemplo sencillo nos permite apreciar la necesidad de una infraestructura genérica de comunicaciones que permita la interacción de los dispositivos sin necesidad de desarrollar una interfase específica para cada uno de los distintos dispositivos.

Los Servicios Web basados en XML proveen esta infraestructura genérica en la cual estos servicios pueden ser consumidos por cualquier dispositivo, creando de esta forma un nuevo modelo de negocios llamado "Business-To-Device" o B2D.

El uso masivo de los Servicios Web trae consigo el auge de los "dispositivos inteligentes". Por ejemplo, el clásico escenario descrito anteriormente, en donde un refrigerador inteligente mide la cantidad de leche que hay en el refrigerador y una vez que el nivel desciende por debajo de un nivel permitido busca en la Web a los proveedores de leche; identifica al mejor proveedor (según sus parámetros) y ordena el abastecimiento de leche. El proveedor del servicio valida la información de la tarjeta de crédito del dueño del refrigerador y luego identifica al vendedor mas cercano y le ordena abastecer al cliente con la leche solicitada. La leche es enviada y el cliente es facturado por el servicio requerido.

La Fig. 3.7 muestra el modelo "Business-To-Device" con dispositivos inteligentes conectados vía Servicios Web para el ejemplo descrito en el párrafo anterior.



Fig. 3.7 Modelo "Business-To-Device" ejemplo en retail (ventas por menor)

Hoy en día, las máquinas de control se categorizan de acuerdo a sus funcionalidades físicas (PLC, controladores de movimiento, reguladores, etc.) y se programan en forma separada (individualmente) para ejecutar secuencias de comandos de acuerdo a sus funciones. La comunicación entre los controles individuales de los

dispositivos es facilitado por un sistema central y jerárquico. Este diseño tradicional presenta grandes deficiencias cuando se usa para el control inteligente en la manufactura.

En el sector de manufactura, el uso de los Servicios Web a nivel de los dispositivos abre perspectivas sin precedentes para una integración directa entre el núcleo de la planta de una fábrica y los sistemas de información empresariales involucrados con los ERP (enterprise resource planning), SCM (supply change management), CRM (custom relationship management) y similares. Estos sistemas empresariales pueden extraer directamente la información desde los dispositivos de la manufactura sin necesidad de que usar como intermediario el MES (manufacturing execution system).

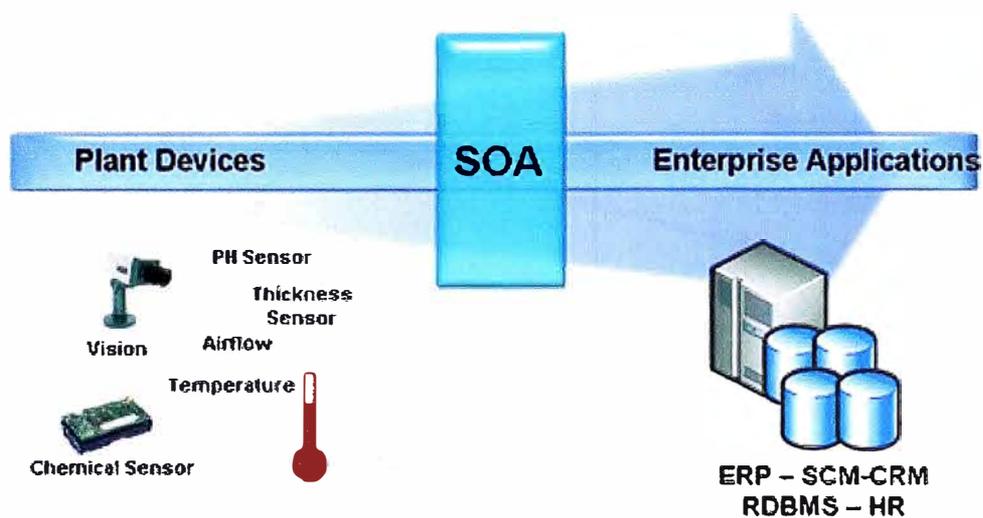


Fig. 3.8 Modelo "Business-To-Device" en la manufactura

### 3.5.2 - Business-To-Business (B2B): Integración de los negocios

En el actual mundo de la globalización es mandatorio que los negocios estén integrados a través de una comunicación efectiva y en tiempo real. Particularmente los negocios requieren estar integrados con sus socios de negocios. Para lograr ésta integración existen muchas herramientas disponibles en el mercado, la gran mayoría de ellas orientadas a la integración uno a uno, es decir se construyen interfases muy específicas, en ambos extremos, por ejemplo para integrar dos aplicaciones de dos

negocios distintos. Si al esquema anterior queremos adicionar la integración de otro negocio, habrá que construir otras interfases (uno a uno) para lograrlo.

El gráfico de la Fig. 3.9 muestra como es la comunicación actual entre negocios de muchos negocios en el mundo. Ellos están restringidos por mecanismos de acoplamiento fuerte (muy específicos) en donde cada negocio tiene que conocer el estándar de formateo de datos del otro negocio con el cual necesita comunicarse. Este es un típico caso de integración de negocios uno a uno.

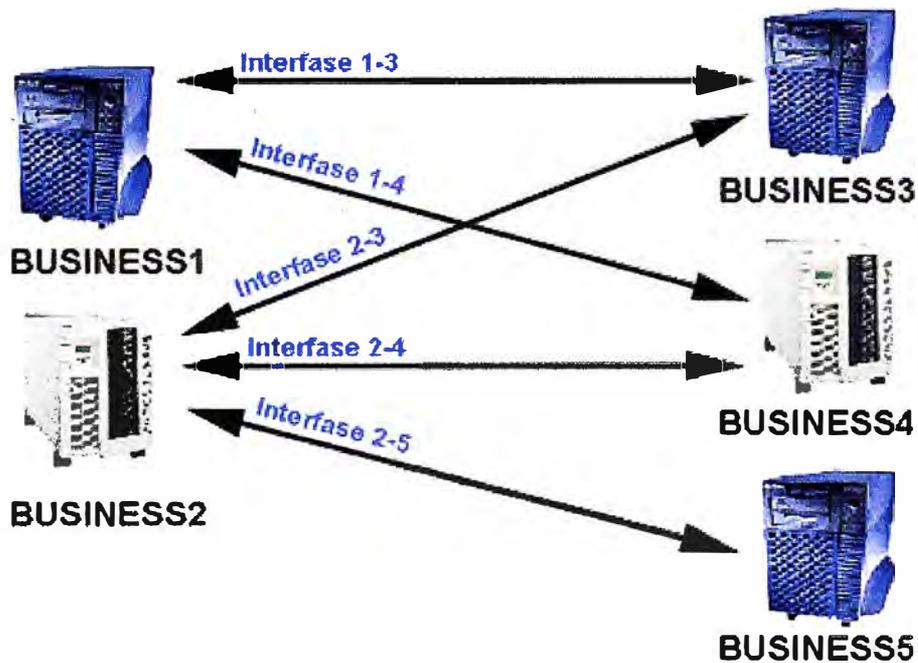


Fig. 3.9 Modelo común B2B

Con la aparición de los Servicios Web y su aplicación en las Arquitecturas Orientadas a Servicios, la lógica de integración de los negocios se volvió mucho más simple. En una Arquitectura SOA ambos extremos (de los negocios a integrar) abren sus servicios como Servicios Web, permitiendo una interacción de muchos a muchos sin cambios en la aplicación. Los Servicios Web pueden servir típicamente a cualquier cliente que resida en cualquier plataforma y que tenga cualquier dispositivo (que consuma servicios Web). Por lo tanto la integración con sistemas heterogéneos se vuelve una tarea simple.

El diagrama de la Fig. 3.10 muestra como los Servicios Web (en conjunción con la metodología SOA) han hecho que la integración de los negocios sea más sencilla. Los negocios exponen sus funcionalidades como interfaces de Servicios Web que aceptan y retornan datos bajo estándares como SOAP, XML y WSDL. Cualquier otro negocio, que también esté bajo una arquitectura SOA, podrá hacer uso de estos Servicios Web ya

expuestos, no importando en que plataforma se encuentren. Los servicios expuestos tienen niveles de seguridad y aceptación.

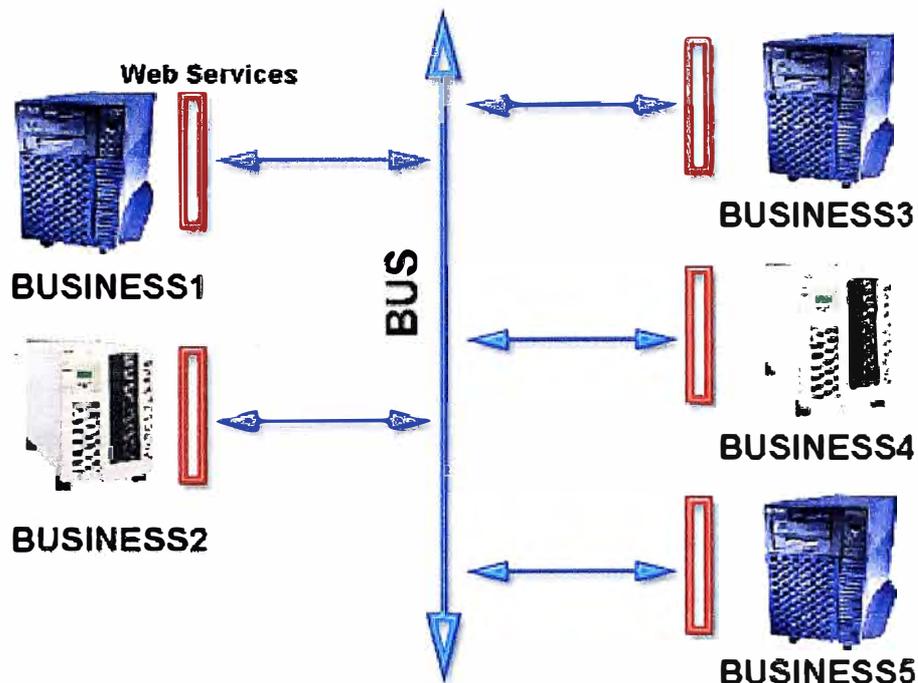


Fig. 3.10 Modelo SOA para la integración de negocios

### 3.6.- Business-To-Device (B2D) en los procesos de manufactura

Las implementaciones SOA con B2D en la manufactura han demostrado mejoras en la efectividad de las operaciones y por ende en la generación de valor para la empresa. Además la plataforma ha probado ser efectiva en costo, confiable y extensible.

Lo que hace a B2D único es que va mas allá de la simple "habilitación" de la mejora hacia la virtual "garantía" de la mejora, mediante la combinación de un conjunto de estándares abiertos y herramientas con tecnologías de rápida acción, además de una metodología que sistemáticamente identifica, prioriza y convierte las oportunidades de mejora en efectividad operativa, en tiempo real.

#### 3.6.1.- Puntos claves de impacto

*Mejora en la Eficiencia General de los Equipos (OEE).* SOA B2D permite identificar las causas raíz de las pérdidas generadas, inspeccionando desde la información general resumida hasta la información detallada (drill down).

*Reducción en la cantidad de desperdicios producidos.* Con B2D se puede monitorear, en tiempo real, la producción de piezas defectuosas y tomar acciones cuando la cantidad de ellos supera un límite aceptable.

*Mejora en la satisfacción del cliente.* SOA con B2D permite integrar los procesos de producción con los demás procesos del negocio, de esta forma permite, por ejemplo, notificar y tomar acciones cuando las fechas de entrega de las órdenes están retrasadas, cuando se reciben ordenes que superan la capacidad de producción de la planta, etc.

*Manejo de la velocidad de producción y la ganancia,* enfocando los esfuerzos en los puntos más críticos, en donde existe más lentitud.

*Mejora en la administración del inventario* mediante la supervisión del WIP (Work In Progress) y la ejecución de algún flujo de trabajo cuando el WIP excede cierto límite. El WIP es la cantidad de bienes en diferentes estados de procesamiento a través de toda la planta de producción. Incluye desde el material sin procesar que ha sido entregado a la línea de producción hasta el material completamente procesado que está a la espera de su inspección final, su aceptación como un bien terminado y posterior inventariado.

*Eliminación de los sobre tiempos en la producción* mediante la mejora de la eficiencia del equipo (OEE)

### **3.6.2.- Beneficios claves de SOA con B2D**

Permite la visibilidad (en gerencia) de las operaciones de planta, para sistemáticamente ir mejorándolas.

Reutiliza los recursos existentes en planta.

Se implementa rápidamente, lo cual permite acelerar en Retorno a la Inversión (ROI).

El Retorno a la Inversión se incrementa con el nivel de reutilización de las interfases.

Reduce los costos de implementación y mantenimiento.

Permite gran flexibilidad para manejar los cambios en los procesos del negocio.

### **3.7.- Ventajas competitivas de SOA-B2D**

### 3.7.1.- Ventajas relacionadas con su aplicación

#### **a).- Escenario tradicional**

- Visibilidad limitada o indirecta sobre los procesos de la planta. No existe recopilación de datos en tiempo real a través de los dispositivos de campo.  
Poca posibilidad para realizar un análisis instantáneo del proceso.  
Limitaciones para ejecutar algún cambio rápido al proceso.  
Sistemas propietarios, inflexibles, difíciles de administrar y costosos de mantener.

#### **b).- Escenario SOA-B2D**

- Permite adicionar e integrar data en tiempo real recolectada de diferentes fuentes, incluyendo cientos de dispositivos.  
Permite analizar automáticamente la data e identificar y seleccionar oportunidades de mejora en los procesos.  
Permite tener procesos integrados, los cuales forman un lazo que cierran el lazo de realimentación a la mejora.

### 3.3.2.- Ventajas relacionadas con la tecnología

#### **a).- Escenario tradicional**

- Recolección de data en forma de barrido programado de todo un conjunto de dispositivos (pulling).  
Tecnologías propietarias (difícil integración o laboriosas construcción de interfases).  
Las conexiones con los sistemas son a través de conectores dedicados y específicos a las conexiones realizadas.

#### **b).- Escenario SOA-B2D**

- Recolección de datos en forma individual y por eventos. Cada dispositivo no depende de un control centralizado (aunque puede depender si fuera el caso).
- Tecnologías basadas en estándares abiertos y aceptados: Apache, J2EE, Eclipse, BPEL, etc.
- Arquitectura SOA que permite extender las aplicaciones empresariales e infraestructura vía los Servicios Web a las operaciones y dispositivos de planta.  
Permite la administración a través de clientes Web browser.

## CAPITULO IV

### Implementación SOA en la Manufactura de Cueros y Calzados (Producción y Distribución)

#### Introducción

En el presente capítulo IV, como complemento al capítulo III, desarrollaremos los componentes principales que intervienen en la implementación de una línea de producción SOA en la manufactura, además bosquejaremos una línea de producción implementada.

#### 4.1.- Integración de las máquinas y dispositivos de Planta con SOA

Una solución SOA aplicado a la manufactura, utilizando el modelo B2D, emplea básicamente módulos que permiten convertir los protocolos propietarios de los sensores físicos y equipamiento de automatización en protocolos abiertos de Servicios Web. Luego que son transformados a Servicios Web, pueden ser publicados en el Repositorio de Servicios (Bus de Servicios de la empresa) para luego ser invocados y consumidos por cualquier sistema, interfase o usuario de Servicios Web (Portal, Process Server, Cliente Java, Interfase C#, etc.) de la empresa.

La transformación de protocolos propietarios a protocolos abiertos de servicio Web se da de dos formas:

- A través de los dispositivos que ya integran la conversión a servicios Web.

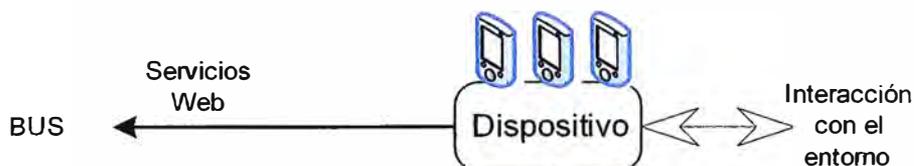


Fig. 4.1 Dispositivos con Servicio Web integrado

- A través de los módulos conversores a servicios Web.

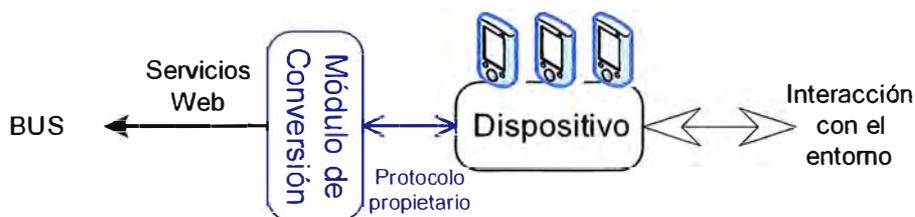


Fig. 4.2 Dispositivos con módulos de conversión

#### 4.1.1.- Los dispositivos con Servicio Web integrado (smart devices)

Son dispositivos inteligentes (smart devices) en los cuales la conversión a Servicios Web ya está integrada dentro del dispositivo.

Esta tecnología emergente está dando paso a la Internet de sensores (sensor Web) en el cual cada sensor, instrumento, dispositivo de imagen o repositorio de datos de los sensores puede ser publicado, descubierto, accedido y controlado vía Internet (en forma de Servicios Web).

También, de manera similar a una intranet de PCs, se puede implementar una intranet de sensores, en donde cada sensor estaría expuesto como servicio Web para el acceso dentro de la empresa. Por ejemplo:

*En la curtiembre del cuero, tenemos:*

- Sensores de temperatura, flujo de aire y detectores de polución. Para controlar el ambiente de trabajo de la curtiembre.
- Sensores de PH, enzimáticos y químicos. Para la etapa de remojo alcalino controlado de la piel y control de la dureza del agua, ya que un remojo malo o insuficiente del cuero ocasiona inconvenientes en el proceso de fabricación.
- Sensores de PH y temperatura para controlar la etapa de calero de la piel. En esta etapa, las altas concentraciones y temperaturas superiores a 30- 35 °C, son capaces de hidrolizar la piel casi totalmente, destrozándola.
- Sensores de grosor y tensión, para lograr un espesor y tensado uniforme en la piel durante la etapa de rebajado. El espesor y tensado uniformes determinan la calidad del cuero, y los distintos tipos de ellos:

TABLA N° 4.1 Tipos de cueros rebajados

Cuero stretch	0,4-0,5 mm
Napa confección	0,6-0,9 mm
Napa tapicería	0,8-1,2 mm
Napa calzado	1,0-1,4 mm

Empeine softy	1,5-2,4 mm
Rindbox plena flor y lijado	1,8-2,3 mm
Empeine deportivo pesado	2,3-2,8 mm y superior



Fig. 4.3 Cuero de 0.5mm de rebajado

La información de los sensores es consumida por un secuenciador de servicios o un servidor de procesos, los cuales contienen la lógica e inteligencia para el manejo de los datos y la creación de aplicaciones compuestas (flujos mucho más complejos), según el modelo de referencia de la Arquitectura Orientada a Servicios mostrado en la Fig. 1.7

Un esquema típico de una intranet formada únicamente por sensores es la que se muestra en la Fig. 4.4. En el gráfico se observa un conjunto de sensores distribuidos en una planta de manufactura los cuales son descritos mediante el estándar XML especialmente adaptado para los sensores (SensorML) y gobernados a través de los diversos servicios que se muestran. La finalidad es controlar los sensores y obtener la información requerida de cada uno de ellos para luego procesarlos en forma conjunta.

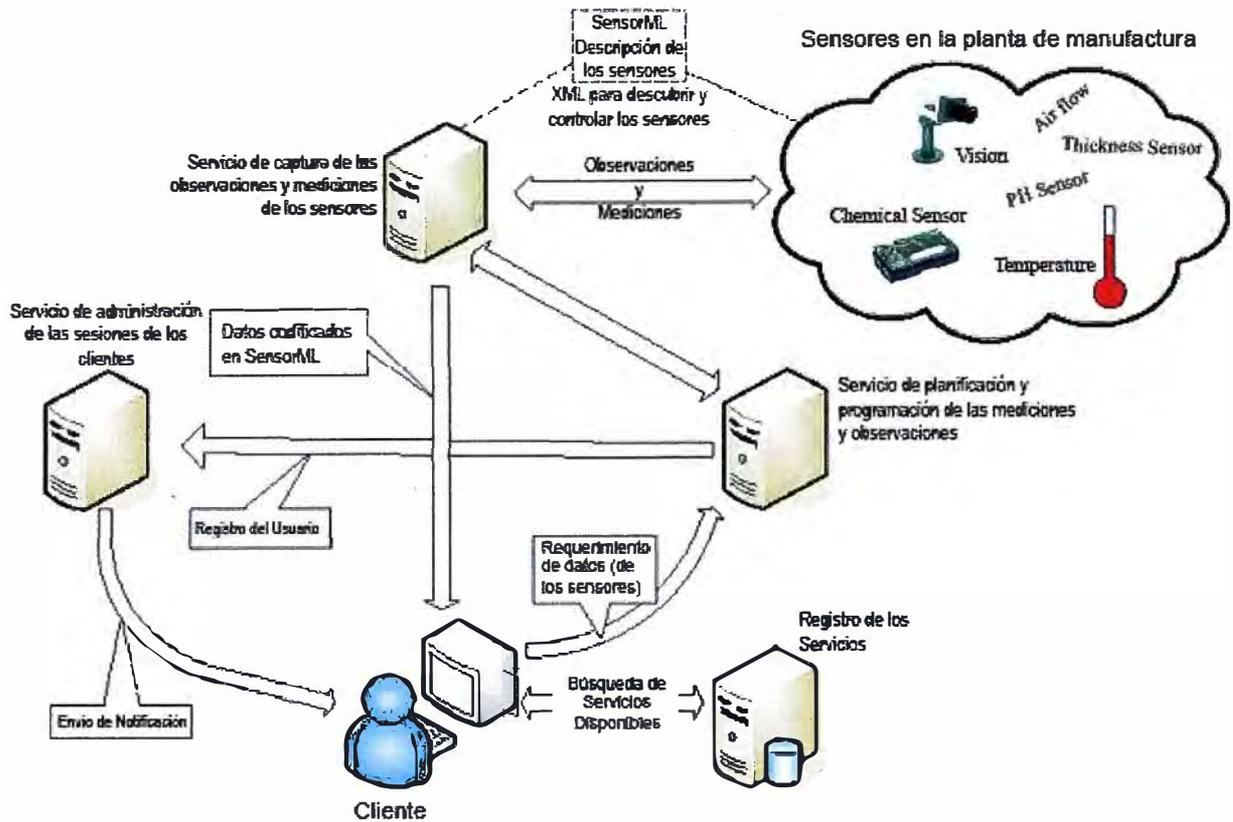


Fig. 4.4 Red de dispositivos Web Services enabled

En el ejemplo de la figura Fig. 4.5 se muestra una faja de producción de cortado y laminado de cuero, previo al paso por la máquina para dobladillar cortes y demás máquinas de la línea de producción. La faja de producción contiene sensores Web Enabled inalámbricos que son manejados, en forma independiente, a través de una red de sensores (ver Fig. 4.4).

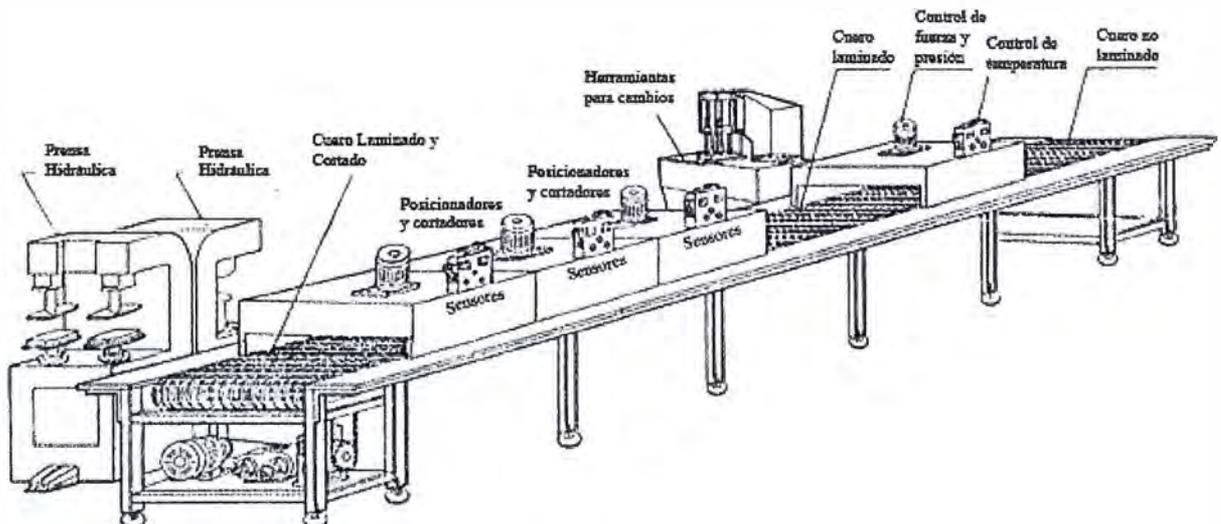


Fig. 4.5 Línea de producción de cortado y laminado de cueros

#### 4.1.2.- La conversión de protocolos propietarios (de los dispositivos y máquinas) a Servicios Web

La conversión se realiza mediante módulos externos al dispositivo o máquina de manufactura. Estos módulos dispositivos (hardware con software embebido) convierten el protocolo propietario del sensor, dispositivo de control o dispositivo de adquisición de datos en Servicios Web.



Fig. 4.6 Módulo conversor de protocolo

Estos dispositivos permiten seleccionar entre más de un centenar de protocolos propietarios, incluyendo los principales fabricantes como Allen-Bradley, Siemens, etc. También se puede colocar cualquier sensor (digital ó analógico) utilizando para esto los módulos de adquisición de datos que se conectan a los sensores. La data que recopila es configurable. La comunicación de salida puede ser Ethernet Cable o Wireless.

#### ***Ejemplo de una máquina convertida a Servicios Web:***

En la Fig. 4.7 se muestra una máquina electrónica de dobladillar cortes de cuero, material sintético o tejido para calzados, bolsos, cinturón y prendas, con guía para poner hilo de refuerzo y tijera para entallar en una sola operación. Posee 10 fotosensores para el control automático de la aplicación del pegamento, accionamiento de la tijera y reducción del transporte en las curvas, posibilitando el doblado uniforme con anchura de 3 hasta 8mm. Posee un sistema de control de la velocidad del motor, operación de los sensores y tijeras controlado por un PLC a través de un protocolo propietario.

#### ***Problemática actual:***

Por ejemplo, la línea de producción de la cual es parte ésta máquina, está gobernado por PLCs y la adquisición de datos se hace mediante un software SCADA de protocolo propietario, el cual centraliza las adquisiciones de 5 líneas de producción. Para las demás líneas de producción también existen software SCADA sobre plataformas Windows que centralizan las adquisiciones de datos. Los inconvenientes actuales son:

No existe integración flexible con el ERP de la empresa, mucho menos con los sistemas de información gerencial. La información desde y hacia planta es vía

reportes (papeles). La forma de integración con el ERP es mediante el desarrollo de una interfaz específica de comunicación ERP-SCADA, “fuertemente acoplado”.

Poca flexibilidad para alterar las líneas de producción y adaptarlas a los cambios de los pedidos bajo demanda.

Dos de los sistemas SCADA son de protocolo propietario y no se integran con los demás SCADA.

### **Conversión a Web Services:**

En este caso el módulo de conversión transformará este protocolo propietario en Servicios Web que luego será controlado mediante un proceso SCADA sobre J2EE (Aplicación Java 2 Enterprise Edition). Las mejoras son:

Integración a través de los Servicios Web con los sistemas empresariales, con el ERP (expuesto como Servicio Web) y cualquier aplicación que esté integrado en la plataforma SOA.

- Agilidad para la programación de los cambios en la línea de producción de acuerdo a la variación de los pedidos, facilidad de monitoreo desde cualquier sistema de supervisión J2EE e independencia de plataforma.

Monitoreo en tiempo real y disponibilidad en tiempo real de los datos para la toma de decisiones sobre la producción.



Fig. 4.7 Máquina electrónica de dobladillar cortes de cuero

En la Fig. 4.8 tenemos otro ejemplo. Aquí se muestra una línea de procesamiento de calzado deportivo (sneakers), a la cual se le incorporan los equipos de corte, domado y sellado. La problemática es similar al del ejemplo anterior y el aporte de los Servicios Web es también el mismo descrito anteriormente. Una vez integrado la línea al Bus de Servicios Empresariales puede ser descubierta e invocada por cualquier consumidor de servicios Web (cliente u otro proceso).



Fig. 4.8 Línea de producción convertida a Servicios Web

#### 4.2.- Conectividad entre los Sistemas de Negocio y los Sistemas de Control de Planta

En la sección 4.1 hemos tratado el punto de la integración de las máquinas y dispositivos de planta mediante la conversión de protocolos utilizando dispositivos hardware con software embebido.

En esta sección trataremos la integración de los Sistemas de Negocio con los Sistemas de Control de Planta a través de componentes de software.

La forma básica de conectar los Sistemas de Negocio con los Sistemas de Control de Planta es a través de componentes Java Enterprise Edition (J2EE), que son componentes de software modulares, reutilizables, portables entre plataformas y escalables, desarrollados en Lenguaje de programación Java y ejecutados en un servidor de aplicaciones J2EE (por ejemplo: IBM WebSphere Application Server, BEA WebLogic, Oracle Application Server, JOnAS, Apache Tomcat, Jboss, etc.).

Para interconectar los Sistemas de Negocios con los Sistemas de Control de Planta se requiere básicamente contar con los siguientes componentes de software:

El **Módulo con la Lógica de Control** de los dispositivos. Formado por EJBs (componentes Enterprise Java Beans)

Los **Conectores** que interconecta la Lógica de Control con los dispositivos.

La **Interfase Hombre-Máquina** (HMI).

Además se debe disponer de un medio por el cual se comuniquen los dispositivos y máquinas dentro de la planta.

La **Red Industrial TCP/IP**

El diagrama básico para interconectar los Sistemas de Negocios con los Sistemas de Control de Planta es el mostrado en Fig. 4.9

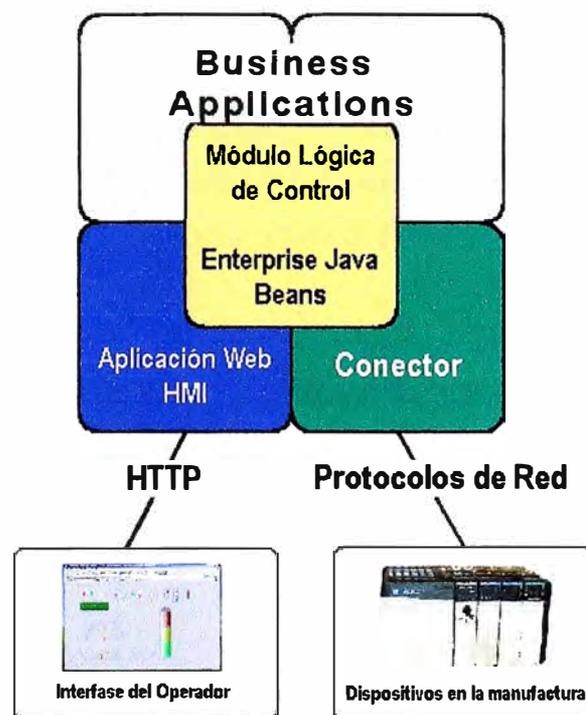


Fig. 4.9 Módulos de Lógica y Conectividad J2EE

A continuación detallaremos cada uno de éstos módulos básicos para la interconexión:

#### 4.2.1.- El Módulo con la Lógica de Control

Este componente de software contiene la lógica de control de los dispositivos de automatización como por ejemplo los PLCs.

Está formado por un conjunto de componentes de software EJBs que permiten la integración entre las Aplicaciones del Negocio y los módulos de conexión a los PLCs e interfases de usuario (Ver Fig. 4.9). Los EJBs brindan una interfase simple para la conexión con los dispositivos de automatización, encapsulando el comportamiento del dispositivo y proporcionando la lógica específica para obtener la data del dispositivo. Son herramientas lógicas generales, no específicas a una determinada aplicación en particular.

Los EJBs son herramientas de comunicación que obtienen la data de los dispositivos de automatización en el formato nativo del dispositivo. Soportan el formato de datos binario del dispositivo de automatización reduciendo así el tráfico de red e incrementando la velocidad de transferencia de la data.

Los EJBs se aseguran que las distintos tags (destinos) PLC reciban el tipo de datos adecuado, reforzando de esta forma la consistencia de datos.

Los EJBs traducen los mensajes (que fluyen entre el módulo y los dispositivos) al formato nativo de comunicación que deberá ser entregado al conector.

El paquete de EJBs, está compuesto por tres EJBs: el "Entity Bean" principal y dos "Session Beans" que manejan el acceso hacia el "Entity Bean".

##### **a) Entity Bean**

El Entity Bean contiene toda la información de los tags (destinos): ubicación del dispositivo, nombre del dispositivo y los métodos para acceder a la data del PLC. Este es un Entity Bean local y solo los objetos dentro del Contenedor EJB pueden acceder a este Entity Bean.

##### **b) Session Beans**

Los "Session Beans" son los que proveen el acceso hacia el "Entity Bean" (que se encuentra dentro del contenedor) desde los componentes de software que se encuentran fuera del Contenedor. Estos beans encaminan las llamadas hacia el Entity Bean. Los "Session Beans" están constituidos por:

- El "**Administration Session Bean**" que maneja la creación, remoción y varios otros comandos administrativos incluyendo la actualización de los nombres y tipos de tags, y la actualización del nombre del PLC.
- El "**Tag Bean**" permite el acceso a los datos del tag PLC.

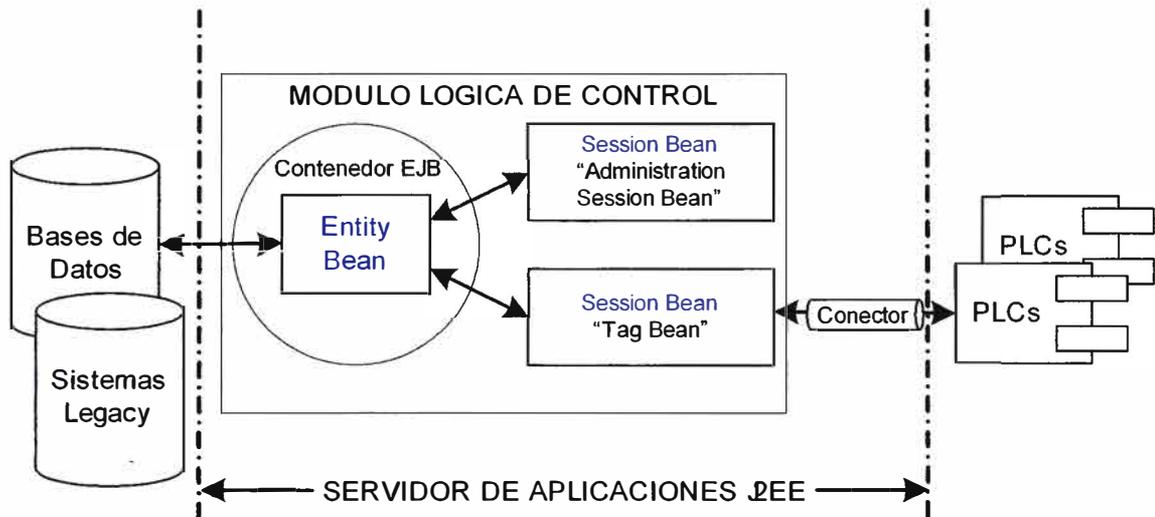


Fig. 4.10 Esquema de la Lógica de Control

#### 4.2.2.- Los Conectores

Los conectores permiten la comunicación con los diversos dispositivos de automatización o PLCs a través de los distintos protocolos de red industriales, incluyendo por ejemplo Ethernet/IP y Modbus/TCP. Esto facilita la comunicación con cualquier combinación de protocolos de red de los distintos fabricantes.

Los conectores se usan para administrar y manejar los mensajes enviados a través de la red industrial. Una de las características principales de los conectores es que encapsulan el comportamiento de un protocolo específico (por ejemplo: Ethernet/IP o Modbus/TCP) y traducen el mensaje en un paquete de red. Para minimizar el tráfico de red, el paquete debe ser compactado lo más eficientemente posible, y hasta donde sea factible, los múltiples requerimientos pueden ser agrupados en un solo paquete. Los conectores manejan las funciones de entrada/salida (I/O) incluyendo la conversión, la programación de eventos, la puesta en red de un mensaje, la espera por la respuesta y la conversión al formato original.

Un conector toma un mensaje y lo convierte en un formato de bytes apropiado para el protocolo de la red industrial que se esté utilizando.

El conector toma el mensaje y lo divide para luego:

Programar su entrega hacia la red.

Colocarlo en la red.

Esperar una respuesta.

Convertir la respuesta del formato tipo byte hacia un formato de mayor nivel que entienda el PLC EJB (Módulo Lógica de Control) y entregárselo al PLC EJB.

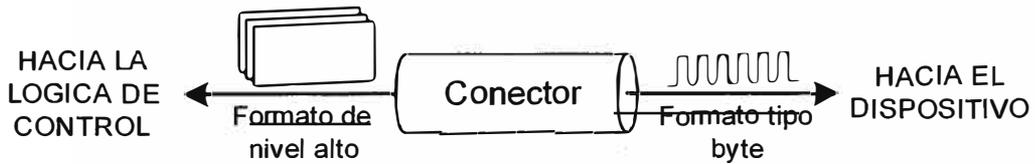


Fig. 4.11 Funcionamiento básico de un conector

El conector convierte un requerimiento de alto nivel (que proviene del PLC EJB) en un arreglo de bytes, en el formato nativo del protocolo industrial que se está usando y en forma de un mensaje. Luego, envía el mensaje a una Librería I/O (entrada/salida) donde es puesto en una cola. La Librería I/O coloca el mensaje en la red y espera la respuesta. Cuando el mensaje retorna en formato nativo byte, la Librería I/O lo devuelve al conector el cual a su vez toma esa respuesta en formato nativo y lo sube de nivel para que pueda ser entendido por el Módulo de la Lógica de Control (PLC EJB) y se lo transfiere. El mensaje de alto nivel es procesado por la Lógica de Control (PLC EJB) con el propósito de brindar al usuario los datos requeridos.

Por ejemplo, para el caso del protocolo de red Ethernet/IP se puede escribir una librería en Java que soporta los estándares Ethernet/IP, lo cual incluye las dos formas de mensajería EIP (unconnected messaging y connected messaging) y todos los tipos de datos.

#### 4.2.3.- Las interfaces de operación y los generadores de interfases

En una arquitectura orientada a servicios la creación de las interfases de operación hombre-máquina o HMI por sus siglas en inglés debe ser lo mas simple, dinámico y personalizable posibles. Esta función lo desarrolla el “generador HMI” que no es mas que una aplicación basada en la plataforma de desarrollo Eclipse (Open Source) con algunos “plug-ins” (componentes java) específicos para su funcionamiento.

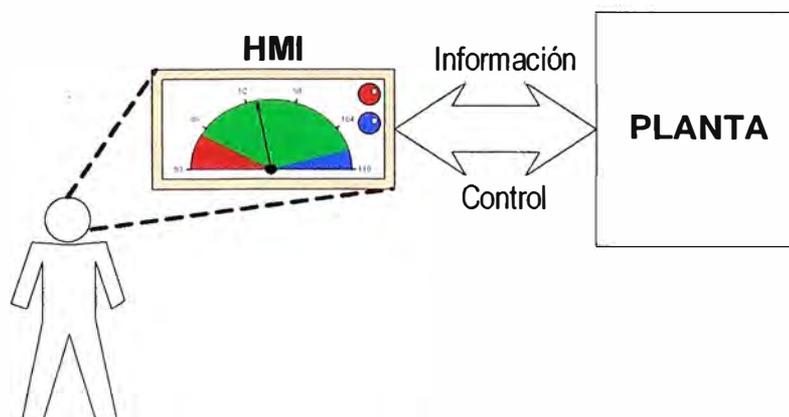


Fig. 4.12 Interfaz hombre-máquina

### ***a) El generador HMI (Interfaz hombre-máquina)***

El generador HMI es una herramienta, un entorno de desarrollo, que permite la creación de visualizadores de información e interfases de control para el operador de planta. Es un ambiente de desarrollo visual, en el cual se "arrastran y sueltan" (drag&drop) los objetos para crear las aplicaciones HMI, sin necesidad de programar código alguno. La plataforma más difundida para este tipo de generadores HMI es el Eclipse, plataforma de código abierto basado en Java.

Con estos entornos de desarrollo se elimina la extensa curva de aprendizaje y la necesidad de escribir código para desarrollar herramientas e interfases para la planta, y además se provee pantallas de monitoreo interactivo en tiempo real a los operadores de las máquinas.

### ***b) Las interfases HMI***

Las interfases HMI son aplicaciones Java creadas con el generador HMI. Estas aplicaciones se instalan en los servidores de aplicaciones J2EE y son accedidas desde cualquier punto de la planta vía navegadores Web estándar o clientes Java. Desde un navegador Web se puede observar y controlar la operación de una máquina industrial, una línea de producción o ver el estado de algún proceso de manufactura.

### ***c) Arquitectura y funcionamiento***

Siendo el generador HMI la herramienta que se usa para diseñar y generar las aplicaciones Web HMI (interfaz hombre-máquina), deberá ser utilizada por el ingeniero de control de planta o el integrador de sistemas de automatización industrial (o su equivalente) para diseñar las interfaces del usuario/operador: tanto la parte visual, como las funciones que deberá realizar.

Por ejemplo, en la parte de diseño, se pueden adicionar botones en la interfase de tal forma que al ser presionarlos se activen o desactiven ciertos dispositivos, o también dashboards que muestren las métricas de las maquinas industriales. La Fig. 4.13 muestra el esquema de interacción entre los módulos para la creación y funcionamiento de los HMI.

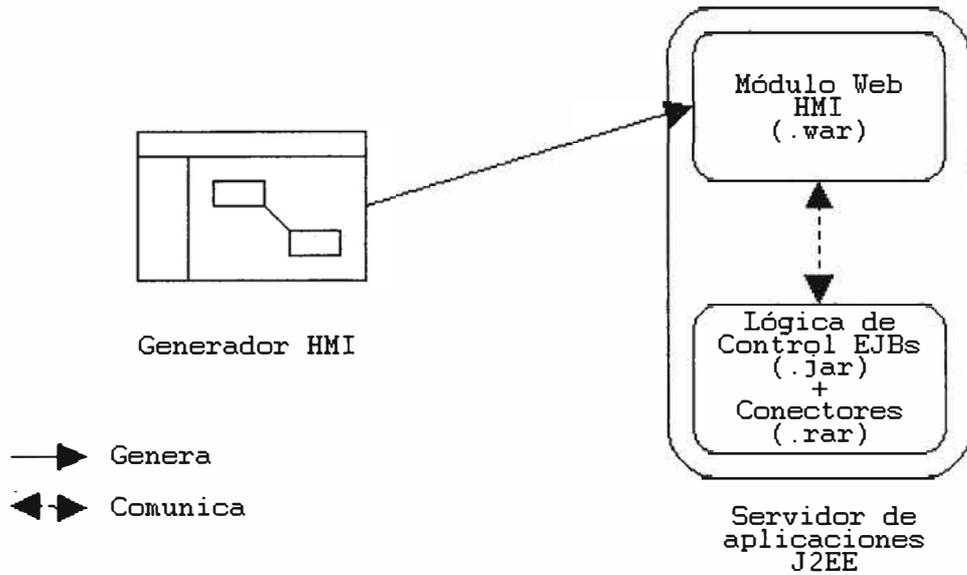


Fig. 4.13 Creación de la aplicación HMI con el generador de interfaces

Luego que se termina el diseño, el siguiente paso es generar la aplicación Web HMI desplegable como un archivo de extensión .WAR (Web Application Archive). Este archivo .WAR es compatible con los estándares J2EE y podrá ser instalado en cualquier Servidor de Aplicaciones J2EE.

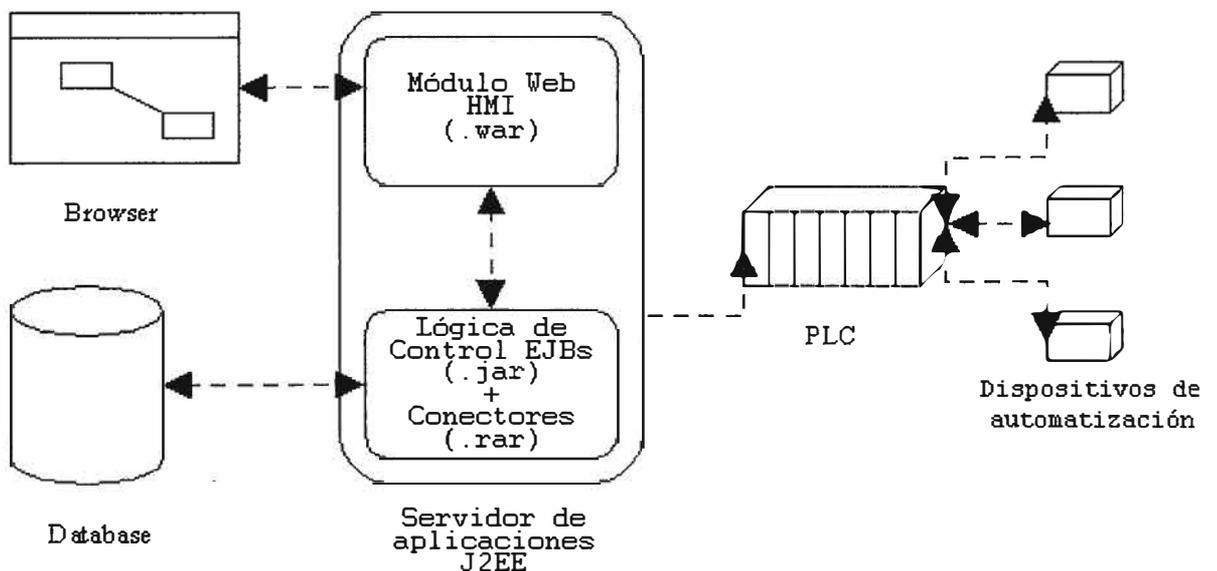


Fig. 4.14 Arquitectura del módulo HMI

Luego que ha sido instalada, la aplicación HMI podrá ser accedida, en tiempo de ejecución, desde cualquier navegador Web que soporte el estándar SVG (Scalable Vector Graphics). El módulo HMI utiliza el SVG para mostrar los gráficos, como el ejemplo de la Fig. 4.15.

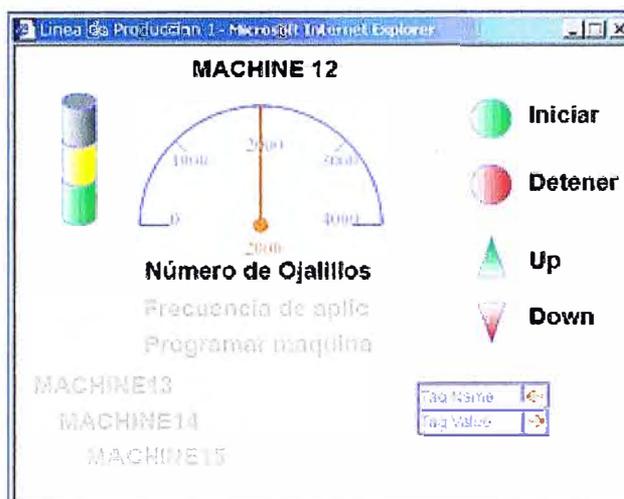


Fig. 4.15 Interfase HMI para el control de la máquina para aplicar ojalillos

Como se observa en el diagrama de la Fig. 4.14, el módulo HMI interactúa con los módulos EJB (.jar) y con el módulo conector (.rar), los cuales se comunican con el PLC y éste a su vez con cualquier clase de dispositivos de automatización, de esta manera los operadores de planta pueden monitorear y controlar los dispositivos de automatización utilizando el HMI.

#### ***d) Estándares en las aplicaciones Web***

Para el desarrollo de las interfases y aplicaciones dentro de una arquitectura SOA utilizaremos los siguientes tipos estándar:

- Las aplicaciones Web java (.war)
- Los objetos distribuidos EJBs (.jar)
- Las aplicaciones empresariales J2EE (.ear)
- Los conectores (.rar)

**Las aplicaciones Web java (.war)**, por ejemplo las interfases HMI. Son colecciones de recursos (JSPs, Servlets, Ficheros HTML, Imágenes, etc.) organizados en una estructura jerárquica de directorios y que pueden ser empaquetados en un archivo con extensión WAR (Web Application aRchive).

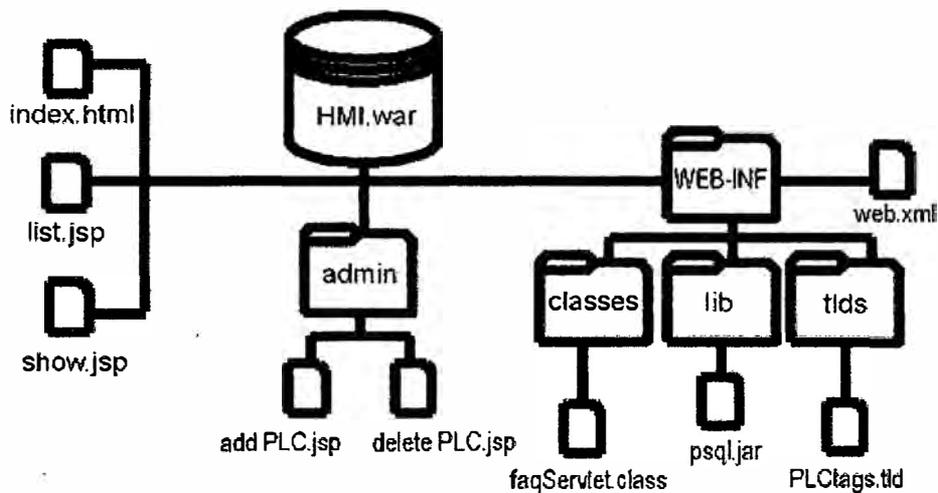


Fig. 4.16 Estructura de una aplicación Web HMI

Los objetos distribuidos EJBs (.jar), por ejemplo el Módulo de la Lógica de Control. Son colecciones de EJBs de diferentes tipos, organizados en una estructura como la mostrada en la Fig.4.17 y que son empaquetados en un archivo con extensión JAR (Java ARchive).

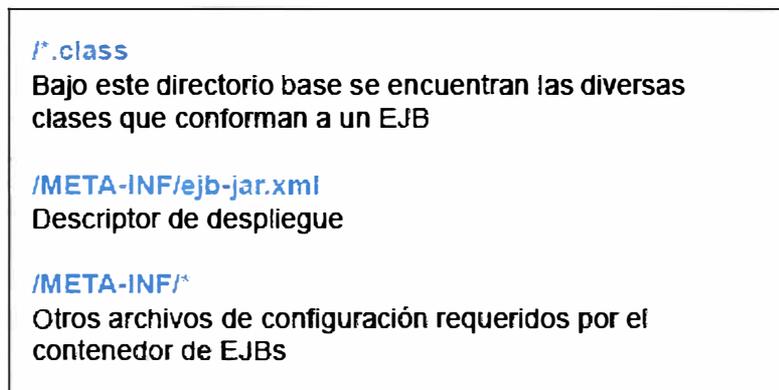
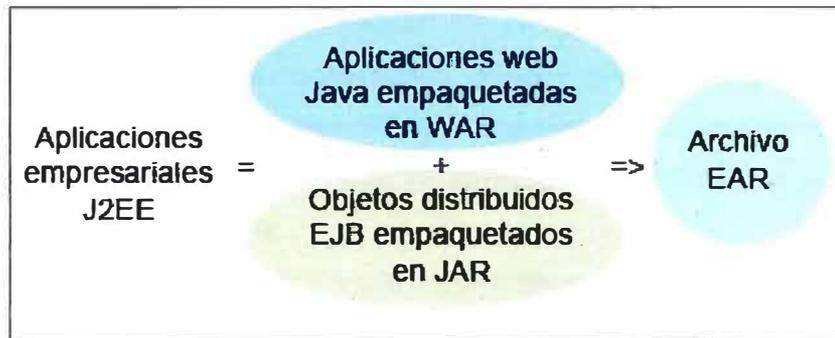


Fig. 4.17 Estructura del empaquetado de EJBs

Las aplicaciones empresariales J2EE (.ear), es la agrupación de aplicaciones empaquetadas en WAR mas los objetos distribuidos EJB empaquetados en JAR, todos ellos empaquetados en un archivo con extensión EAR (Enterprise ARchive) para su fácil despliegue en los servidores de aplicaciones J2EE.



La Fig.4.18 Aplicaciones empresariales J2EE

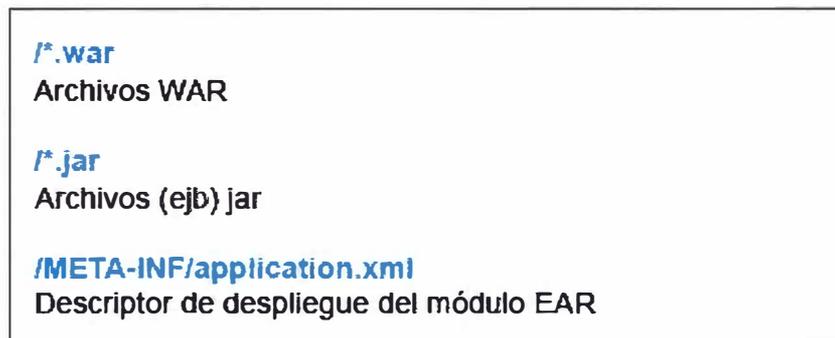


Fig. 4.19 Estructura de un EAR

**Los conectores (.rar)**, por ejemplo los conectores entre el Módulo de la Lógica de Control y los PLCs. Son librerías en archivos Java empaquetados con extensión RAR (Resource Adapter Archive).

**Los archivos descriptores de despliegue** son archivos XML que proporcionan la información de configuración de los WAR, EAR, JAR, RAR, etc. Y definen asimismo las relaciones con otros componentes. La Fig. 4.20 muestra la ruta y nombre estándares de los archivos descriptores de acuerdo a la aplicación.

Tipo de módulo J2EE	Nombre de archivo del descriptor de despliegue en el módulo
Aplicación Web (WAR)	WEB-INF/web.xml
Aplicación de empresa (EAR)	META-INF/application.xml
Beans Java de empresa (JAR)	META-INF/ejb-jar.xml
Conectores J2EE (RAR)	META-INF/ra.xml

Fig. 4.20 Archivos descriptores

#### **4.2.4.- La red industrial Ethernet/IP en la manufactura**

El medio físico Ethernet que conocemos, el cable y los conectores que conectan las PC's, impresoras y otros dispositivos manejan una serie de protocolos de comunicación como son el IP (Internet Protocol), el TCP (Transport Control Protocol) y otros protocolos de red orientados a la mensajería.

Este conjunto de protocolos y mecanismos de conectividad están perfectamente adaptados para los ambientes de oficina. Ellos permiten compartir archivos, accesos a impresoras, enviar correos, buscar en Internet, revisar un portal con reportes y otros tipos de comunicaciones utilizados en un entorno de oficina. Pero, las necesidades en planta y en la línea de producción son mucho más exigentes y demandan algunas condiciones especiales.

En una planta, los controladores deben acceder a los datos de los sistemas de control, sensores y dispositivos de entrada/salida en tiempo real. En una operación normal de oficina el software hace esperar al usuario mientras procesa alguna tarea. En planta, por otro lado, se requiere comunicación en tiempo real. Por ejemplo, controlar una máquina en la línea de producción, detenerla o cambiar su programación en un tiempo determinado requiere mucha precisión en el tiempo comparado con el acceso a un archivo compartido almacenado en un servidor remoto o con abrir una página Web de Internet.

Por otro lado las redes industriales existentes utilizan una serie de estándares aplicables a la administración y control de los dispositivos de planta, los cuales ya han sido extensamente probados. Estos estándares están agrupados en el denominado CIP (Common Industrial Protocol) y están ubicados en las capas superiores del modelo OSI, y además son independientes del protocolo del medio. El CIP, utilizado en la mayoría de redes industriales, permite organizar los dispositivos de red como una colección de objetos, definiendo el acceso, comportamiento y extensiones, lo cual posibilita que diferentes dispositivos puedan ser accedidos mediante un protocolo común.

#### ***Modelo OSI de Ethernet/IP***

Ethernet/IP adapta el CIP a las redes Ethernet. Según el modelo OSI Ethernet/IP implementa CIP en la capa de Sesión y superiores, y adapta CIP a la tecnología específica Ethernet/IP en la capa de Transporte e inferiores. Este modelo se puede observar en la Fig. 4.21.

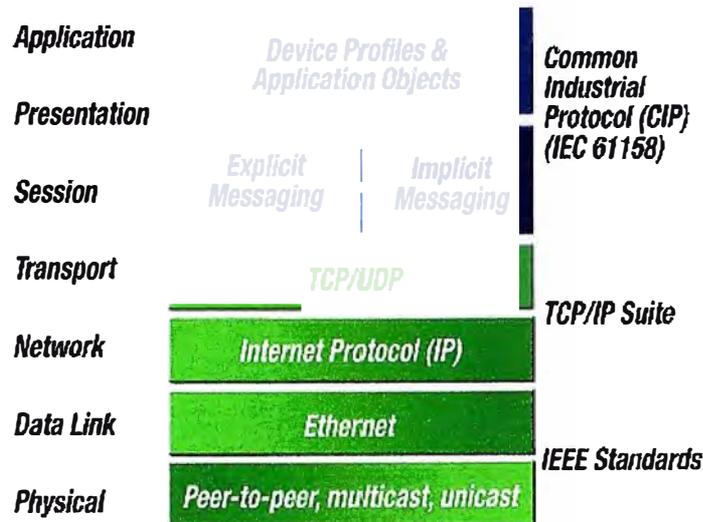


Fig.4.21 Ethernet/IP

### ***Ventajas de Ethernet/IP***

Ethernet tiene la característica de ser una red con infraestructura activa, a diferencia de las típicas redes de control de dispositivos, las cuales son generalmente infraestructuras pasivas con un número limitado de dispositivos que pueden ser conectados. Una red Ethernet/IP puede acomodar a virtualmente un número ilimitado de nodos (dispositivos por ejemplo), permitiendo a los usuarios flexibilidad en el diseño de sus redes.

También se reduce la complejidad de la red ya que Ethernet/IP requiere de un solo punto de conexión para ambos: la configuración y el control de los dispositivos. Ethernet/IP soporta la entrada/salida de *mensajes implícitos* (aquellos que contienen datos de control críticos en el tiempo) y *mensajes explícitos* (aquellos en los cuales los campos de datos transportan la información del protocolo y las instrucciones para el servicio).

Otras ventajas del Ethernet/IP son:

Permite en forma simultánea controlar, configurar y recopilar la data desde los dispositivos inteligentes sobre una única red, o utilizar esta única red como el backbone (columna central de comunicaciones) para muchas redes distribuidas basadas en CIP (Common Industrial Protocol).

Es compatible con los protocolos Internet estándar como HTTP, FTP, SNP y DHCP y los protocolos industriales estándares para el acceso e intercambio de datos como OPC.

Su conformidad con los estándares Ethernet IEEE brinda la opción de contar con distintas velocidades de red: 10Mbps, 100Mbps y 1Gbps, y una arquitectura de red

flexible compatible con las redes Ethernet comerciales en cobre, fibra óptica e inalámbrica.

Permite a los dispositivos industriales incorporar el grado de protección IP-67 en conectores RJ45 o M12.



Fig. 4.22 Conectores Ethernet/IP (Capa Física)

### ***Las capas de Red y Transporte Ethernet/IP***

La Fig.4.23 muestra la estructura de la red Ethernet/IP por capas.

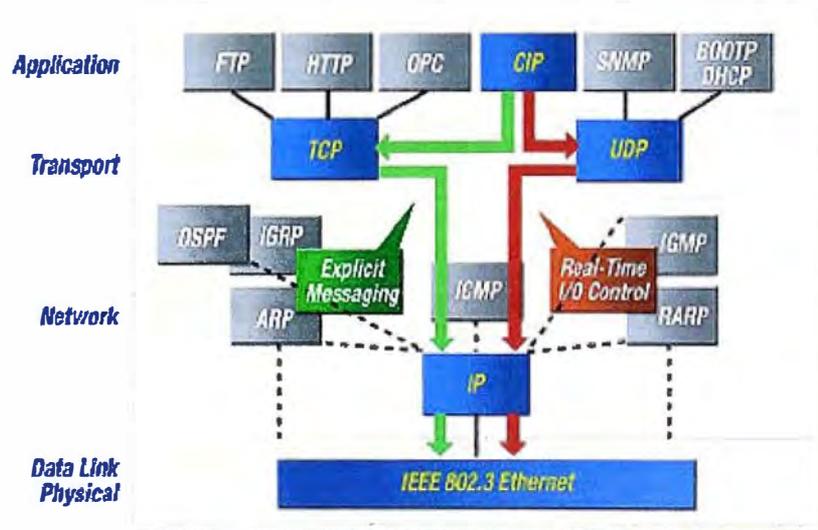


Fig. 4.23 Ethernet/IP por capas

En ésta sección analizaremos brevemente estas capas (la capa de red y de transporte) por ser las mas representativas del Ethernet/IP como red industrial.

En las capas de Red y Transporte, Ethernet/IP utiliza la suite TCP/IP para enviar mensajes hacia uno o más dispositivos de planta, ya sean los PLCs, sensores o máquinas de corte de calzado. TCP/IP provee el esquema de direccionamiento y los mecanismos para establecer la conexión con los dispositivos e intercambiar datos, características que las especificaciones IEEE no tienen.

También, en estas capas, se encapsulan los mensajes CIP estándares usados en las redes industriales. El encapsulado TCP/IP permite que los nodos de la red puedan incrustar un mensaje CIP como una porción de datos dentro del mensaje Ethernet. Así el mensaje viaja dentro del protocolo TCP/IP (Ver Fig.4.23).

La parte **TCP** del protocolo TCP/IP está orientado a la conexión, con un mecanismo de transporte unicast. TCP es ideal para la transmisión confiable de mensajes con gran cantidad de datos. Los mensajes explícitos CIP son encapsulados por la suite TCP/IP de Ethernet/IP y enviados al nodo. El nodo debe interpretar cada mensaje, ejecutar las tareas requeridas y generar la respuesta.

La parte **IP** es el mecanismo que permite el enrutamiento de los paquetes a través de múltiples rutas posibles.

La parte **UDP** del protocolo TCP/IP no está orientado a la conexión, y es la que se encarga de la mensajería críticamente dependiente del tiempo o mensajería implícita. UDP permite hacer multicast de los mensajes a un grupo de direcciones destino y de esta forma transferir los datos CIP de entrada/salida sobre Ethernet/IP. Con la mensajería implícita los campos de datos no contienen información del protocolo, solamente datos de entrada/salida en tiempo real por lo cual los mensajes UDP son muy pequeños y pueden procesarse mucho más rápido que los mensajes explícitos. Puesto que el significado de la data se pre-define al momento de establecer la conexión, el tiempo de procesamiento se minimiza durante la ejecución.

#### **4.3.- la integración ERP en la Arquitectura Orientado a Servicios.**

A través de los años, los usuarios de los ERP han encontrado que los procesos de negocios que vienen por defecto en los ERP son demasiado restrictivos y no se acomodan a los procesos de negocios reales en sus empresas. Si los procesos de negocios de la empresa no pueden ser adaptadas a los que tiene el ERP entonces es necesario realizar modificaciones en el ERP.

La decisión para personalizar y modificar el núcleo de funcionalidades del ERP es algo que debe ser evaluado muy exhaustivamente, y solo se toma esa decisión cuando los cambios ha realizar en los procesos de negocios de la empresa son muy traumáticos o poco probables de llevarse a cabo. Debido a que un ERP contiene las mejores prácticas de negocios en la industria, son los procesos de negocios de la empresa los que deberían adaptarse a estas funcionalidades y no las funcionalidades ERP a los procesos de negocios de la empresa.

Sin embargo nuestra realidad es distinta. Generalmente nuestras empresas no implementan procesos de negocios tan grandes y complejos como los propuestos por las buenas prácticas ERP porque nuestras empresas no son tan grandes o porque tenemos procesos que pertenecen exclusivamente a nuestra realidad.

#### 4.3.1.- ¿Modificación o Configuración del ERP?

Una modificación a un ERP es un cambio en el núcleo del código del software, para crear nuevas funcionalidades no consideradas en el producto estándar.

Una configuración es simplemente el ingreso de datos específicos del cliente en las tablas contenidas en el ERP.

La TABLA N° 4.2 muestra las diferencias entre la modificación de un ERP y la configuración de un ERP.

TABLA N° 4.2

Atributo	Modificación del ERP	Configuración del ERP
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación ó personalización del código.</li> <li>• Mayor control sobre la funcionalidad que se quiere implementar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escoger los procesos y funciones del software salido de caja.</li> <li>• Configurar parámetros.</li> <li>• Menor control sobre la funcionalidad.</li> </ul>
Costo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo.</li> </ul>
Actualizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil ó factible en periodos de tiempo largos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil y en periodos cortos de tiempo.</li> </ul>
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completo.</li> </ul>

Como se menciona líneas arriba, lo primero que se busca es modificar los procesos de negocios de la empresa para adaptarlos a las buenas prácticas incluidas dentro del ERP. Si lo anterior no es factible o los requerimientos son demasiado específicos para la industria de la manufactura de cueros y calzados, entonces debemos modificar el código del ERP.

#### 4.3.2.- Mejores prácticas para las modificaciones ERP

Tomada la decisión de modificar el ERP, debemos ahora tener en cuenta cual es la forma más recomendable de modificarlo para alinearlos a los procesos de negocio de la empresa y poder integrarlo fácilmente con otros sistemas, particularmente con la Arquitectura Orientado a Servicios. Para hacerlo debemos tener en cuenta lo siguiente:

Bajo ninguna circunstancia se debe modificar el núcleo del código original del ERP.

La integración con SOA no requiere adaptaciones internas de las funcionalidades

estándares ERP de los procesos de negocios. Las buenas prácticas de modificación recomiendan hacer una copia del código original y modificar sobre la copia. Luego, todas referencias al código original deben pasar a referenciar al código copiado-modificado. El código original se queda sin uso.

Las actualizaciones de los ERP adicionan funcionalidades al código original, o sea el que está sin uso. Las actualizaciones al código modificado se deben realizar manualmente, pero eso es un proceso bastante lento.

Si se piensa en cambios mayores al código, se debe evaluar la posibilidad de adquirirla directamente del proveedor del ERP. Sino, una copia y modificación al código generalmente es suficiente.

#### 4.3.3.- Integración ERP en una arquitectura de 3 capas

Es el modelo que se empezó a plantear a mediados de los años noventa, debido a la necesidad de integrar los sistemas legado (ERP, Cobol, etc.) con la, por entonces, primera generación de las arquitecturas cliente-servidor. Esta forma de arquitectura está aún vigente en la actualidad, pero está siendo reemplazado por las arquitecturas orientadas a servicios, básicamente porque en las arquitecturas de 3 capas (3-tier) clásicas cada una de las etapas (presentación, lógica de negocios y datos) son demasiado rígidas e introducen una separación muy bien definida entre ellas, lo cual lleva a los arquitectos a pensar en silos de aplicaciones.

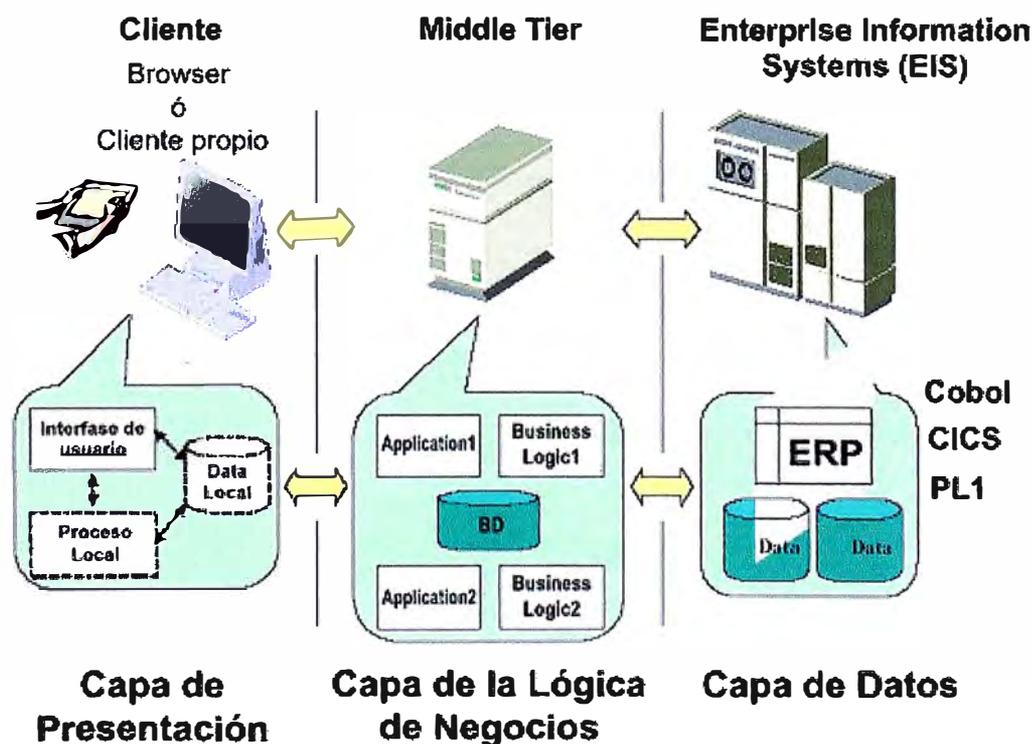


Fig. 4.24 Arquitectura de 3 capas

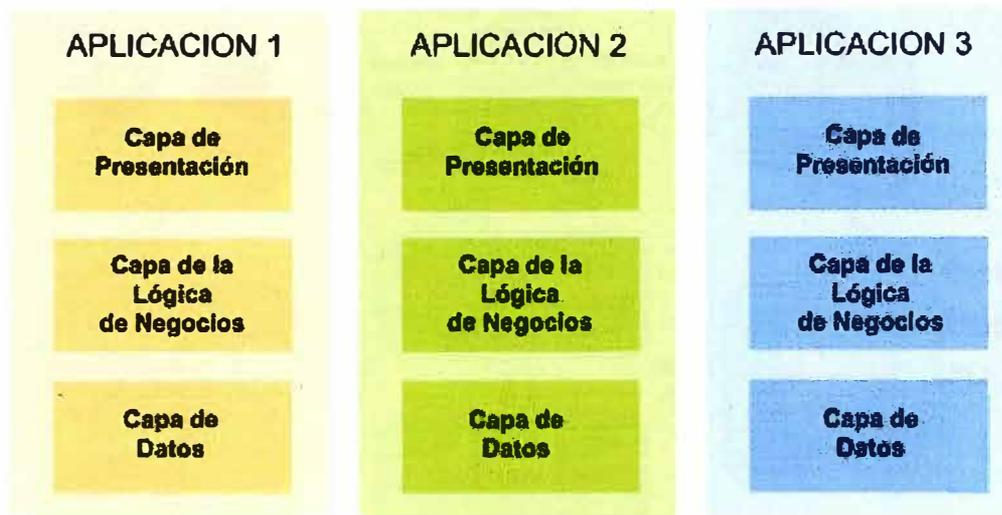


Fig. 4.25 Separación lógica de las capas

#### 4.3.4.- Integración ERP en una arquitectura SOA

El modelo cliente-servidor de las arquitecturas de 3 capas permite cierta reutilización de los elementos, pero está basado en el concepto de acoplamiento fuerte de las interfases (demasiado específicos) y no puede garantizar una independencia entre los componentes. Por el contrario, en una arquitectura orientada a servicios el acoplamiento de sus interfases es débil, lo cual permite la reutilización de ellas y el secuenciamiento para crear nuevas aplicaciones sin depender de la tecnología que tengan embebidas.

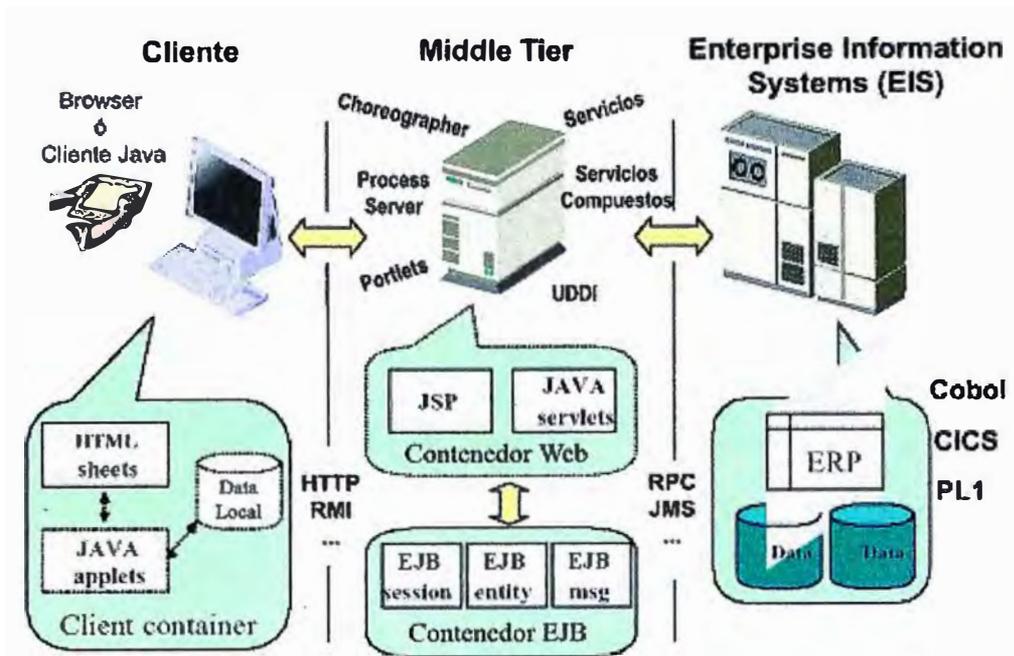


Fig. 4.26 ERP integrado en una Arquitectura Orientado a Servicios

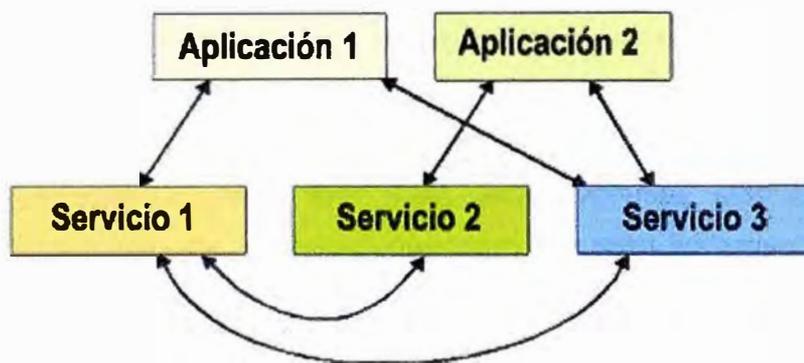


Fig. 4.27 Modelo de Servicios

#### 4.3.5.- El conector J2EE para la integración ERP-SOA

En un entorno SOA, los conectores J2EE para integrar los ERP a la arquitectura orientada a servicios son librerías de clases Java, que permiten a los sistemas acceder a los módulos ERP a través de:

Las llamadas a las Funciones Remotas ERP (RFC) para SAP por ejemplo.

Los objetos de negocio y las interfases de aplicaciones (BAPI)

La Fig.4.28 muestra la integración ERP con SOA a través de los conectores J2EE.

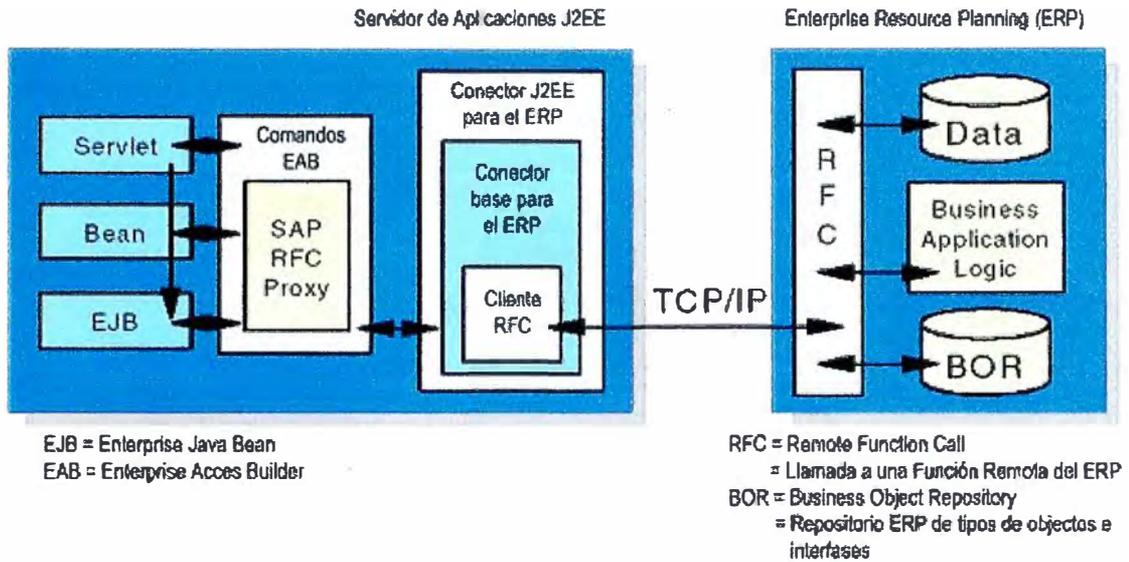


Fig. 4.28 Esquema de acceso al ERP con el conector J2EE

#### 4.3.6.- ERP antes y después de SOA

El siguiente gráfico muestra como una vez definido los servicios, éstos pueden ser usados y reutilizados, combinados y recombinados por múltiples y diferentes “consumidores” de servicios. El uso de un estándar como los servicios Web posibilita la flexibilidad para integrar no solo el ERP a los demás sistemas, sino también combinar módulos de ERP e integrarlos independientemente con otros sistemas. El ERP deja de ser monolítico y se integra al Bus de Servicios Empresariales y por lo tanto a los Sistemas Empresariales y los de Planta.

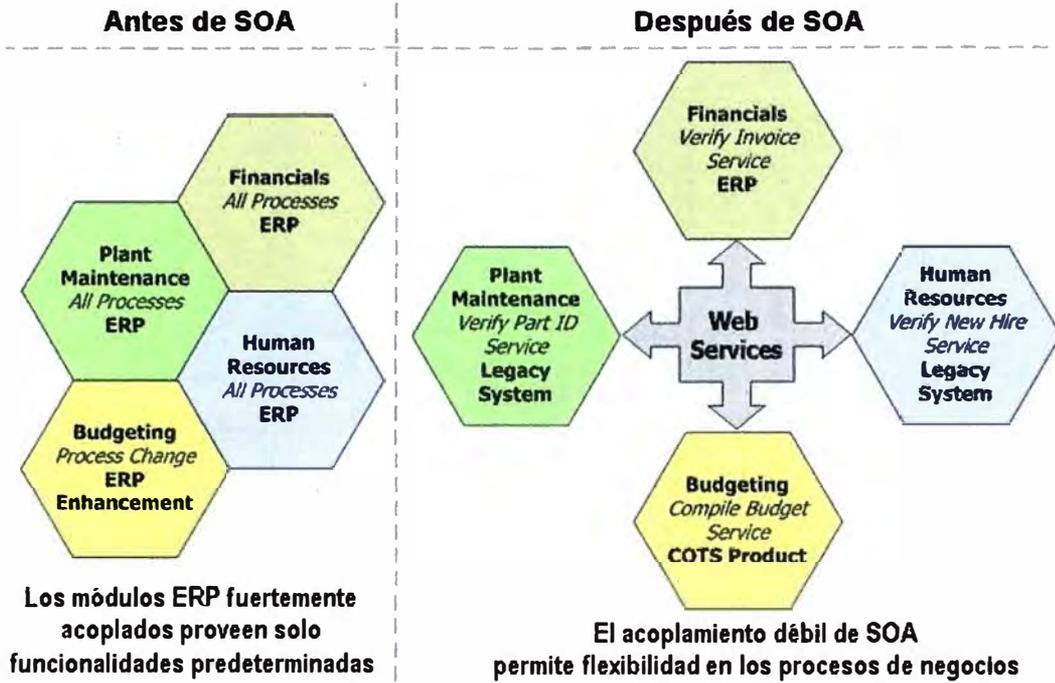


Fig. 4.29 ERP antes y después de SOA

#### 4.4.- Modelo de una línea de producción de calzados con SOA

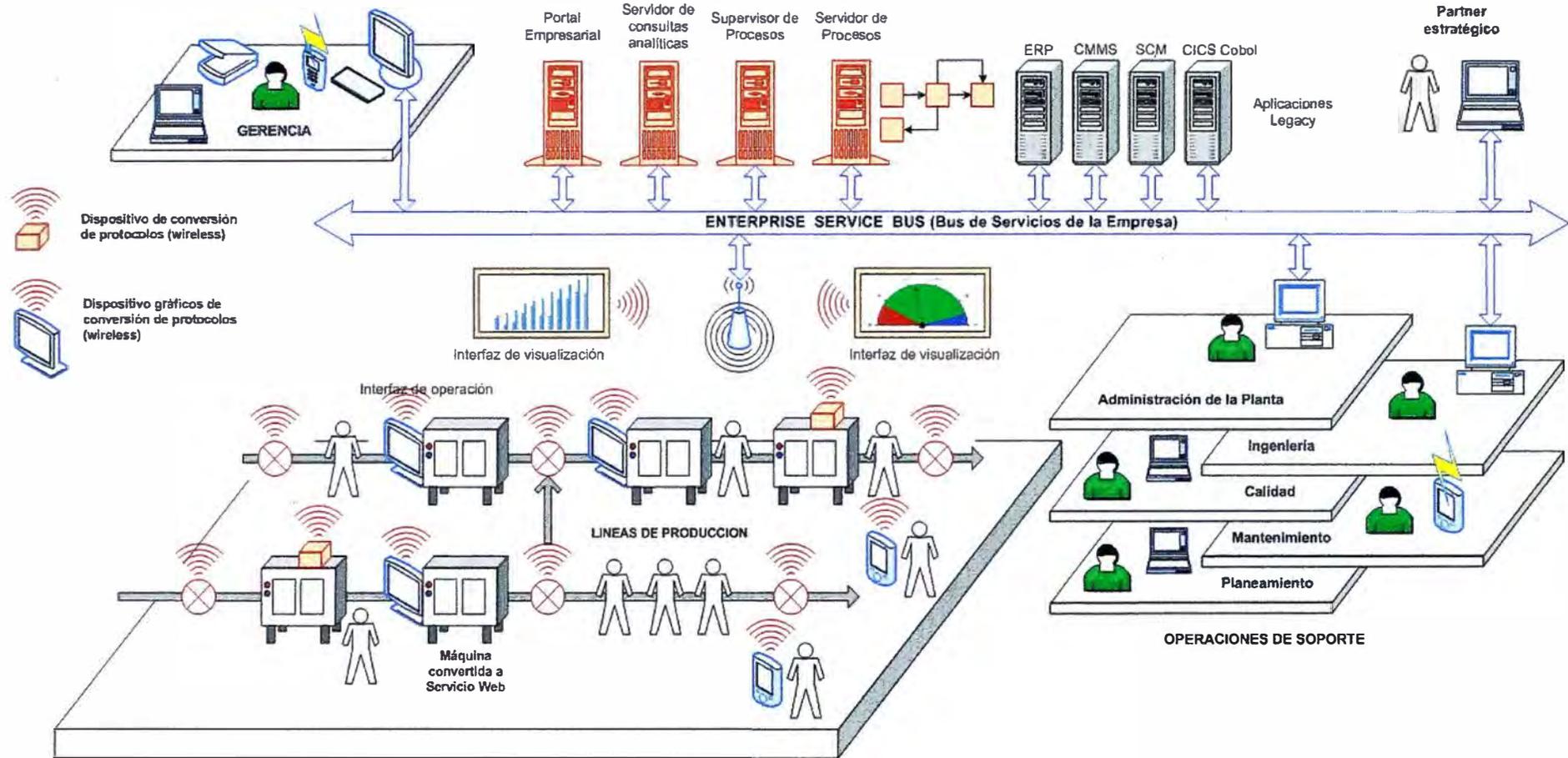


Fig. 4.30 SOA aplicado a la manufactura

#### **4.4.1.- Introducción**

El gráfico Fig. 4.30 muestra un ejemplo de integración de los Sistemas Empresariales con Planta (producción), en la industria de la Manufactura de Calzados, utilizando los componentes de una Arquitectura Orientada a Servicios descritos en los Capítulos III y IV.

Esta Arquitectura Orientada a Servicios utiliza “módulos de conversión” para transformar los protocolos propietarios de las máquinas en protocolos abiertos de servicios Web, además utiliza dispositivos ya habilitados para servicios Web. Todos estos dispositivos y máquinas transmiten datos en tiempo real, los cuales son recopilados y transformados en información de valor para el negocio, en información que permita obtener métricas de los procesos. Los resultados de éstas métricas contienen la inteligencia del negocio y son publicados, en tiempo real, en el portal empresarial con la respectiva seguridad del caso.

La supervisión de las actividades del negocio y de los procesos de negocio en tiempo real permite reaccionar ante eventos anormales con una mínima latencia.

#### **4.4.2.- Componentes**

##### ***a) Los dispositivos conversores de protocolos***

Son dispositivos inteligentes que convierten las comunicaciones propietarias de las máquinas de planta en Servicios Web para poder integrarlos al Bus de Servicios de la empresa. La conversión de los protocolos a nivel de dispositivo en lugar de centralizarlos en un servidor permite crear redes distribuidas muy flexibles, de acuerdo a los requerimientos de la empresa. Un módulo de conversión puede controlar una línea de producción o varias líneas de producción, y pueden ser administrados en forma remota vía Internet a través de comunicaciones Ethernet o inalámbricas.

Estos dispositivos inteligentes poseen un entorno de desarrollo integrado el cual permite desarrollar nuevos adaptadores en caso lo adaptadores que tenga no sean suficientes.

##### ***b) Los dispositivos gráficos de conversión de protocolos***

Son dispositivos conversores de protocolos que además incluyen una interfase gráfica de doble vía para las notificaciones, el ingreso de datos y la visualización del rendimiento de la máquina en tiempo real, el ratio respecto a las demás máquinas similares y el OEE individual y grupal.

### c) El servidor de Procesos

Es el servidor que gestiona los procesos de negocios de la empresa. Los procesos que previamente han sido modelados con una metodología de Desarrollo Orientado a los Negocios (Business Driven Development), de acuerdo a las estrategias, requerimientos y objetivos del negocio, son ejecutados electrónicamente y supervisados en sus métricas por un servidor supervisor de procesos.

El servidor de procesos secuencia y orquesta los servicios Web para crear procesos de negocios flexibles y aplicaciones compuestas y modulares.

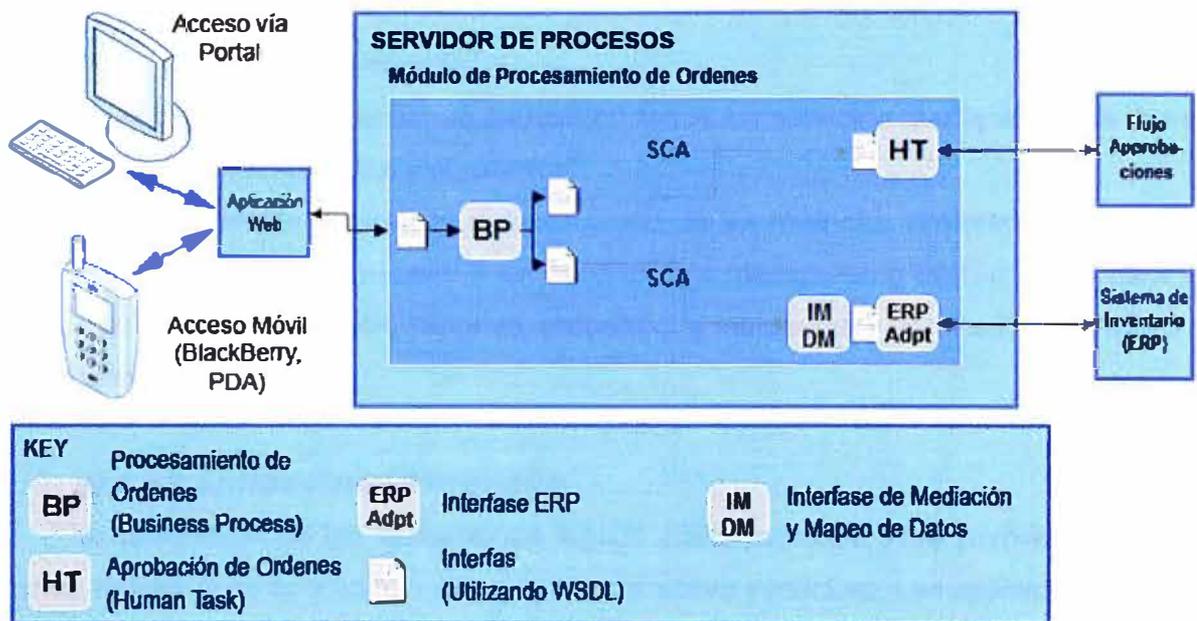


Fig. 4.31 Procesamiento de Órdenes de Compra

En la Fig. 4.31 se muestra una implementación sencilla de un proceso de abastecimiento de insumos habilitado para planta. Esto permite que un empleado de planta pueda solicitar insumos, artículos de escritorio, útiles, herramientas, etc. a través del Portal Corporativo, una pantalla terminal o un equipo móvil. La solicitud sigue un flujo, que para el ejemplo, incluye interacción humana (aprobación del financiero), tareas automatizadas (verificación de stock en el ERP y creación de una Orden ERP).

### d) El servidor Supervisor de Procesos

Supervisa en forma continua los procesos de negocios e inicia alertas o mejoras de procesos cuando el rendimiento se desvía de las condiciones óptimas (auto afinamiento).

Además, supervisa los indicadores claves de rendimiento en los procesos empresariales (KPI), enviando notificaciones de alerta a partir de situaciones anómalas y realizando seguimientos a los flujos de trabajo empresariales.

***e) El servidor de consultas analíticas***

Permite realizar consultas muy detalladas en los repositorios de datos de las métricas (data warehouses). En términos sencillos, las bases de datos bidimensionales se convierten en multidimensionales llamados “cubos multidimensionales”, con lo cual las consultas no requieren programación compleja.

***f) El portal empresarial***

Es el punto común en donde convergen todos los servicios que la empresa pone a disposición de los empleados y al exterior.

El portal permite centralizar la información de las métricas, procesos y estados en un punto común. Permite acceso a los usuarios vía navegadores Web o PDAs para ver las condiciones de operación, reportes, responder a las alertas y administrar la mejora de los procesos.

***g) Las aplicaciones legados***

La exposición de las aplicaciones legado como servicios Web permite reutilizar el núcleo funcional de la empresa (core) en forma activa y efectiva. Las aplicaciones legado (hosts, mainframes, etc.) no tienen porque ser re escritos en otros sistemas y mas bien son potenciados para seguir cumpliendo su rol principal que es ser el núcleo empresarial.

***h) Puntos de acceso inalámbricos***

Permite la comunicación inalámbrica en las líneas de producción, en planta y en toda la empresa. La comunicación se realiza en dos vías.

***i) Interfases de operación y visualización***

Permiten la operación hombre-máquina o la visualización de la evolución del rendimiento de un proceso.

**4.4.3.- Resultados de la implementación**

- Visibilidad completa de los procesos de Negocio y de Planta a través de los indicadores claves de rendimiento.

- Incorporación de los sistemas legado a la solución SOA, permitiendo integrar los silos de información a todas las áreas de la empresa.
- La solución permite tener acceso a los procesos de negocio desde dentro o fuera de la empresa, incluso desde puntos remotos vía dispositivos móviles como PDAs ó BlackBerries.
- Integración de los partners estratégicos a los procesos de negocio de la empresa.
- Visualización en tiempo real de los indicadores clave de rendimiento de las máquinas.
- Integración de las máquinas y dispositivos de la manufactura a los procesos de negocio para lograr los objetivos de la empresa.

## CONCLUSIONES

1. La aceptación creciente por las Arquitecturas Orientadas a Servicios a nivel mundial con todos los beneficios que trae consigo para la integración flexible de los Sistemas Empresariales con los Sistemas de Planta de la Manufactura, hace que sea necesario adaptarlo a nuestra realidad. Si bien es cierto que el tamaño de nuestras industrias no permite una implementación total de SOA, esto se puede ir aplicando en procesos estratégicos de negocios y viendo sus resultados para luego ir integrándolo cada vez más en la empresa.
2. Las actuales implementaciones de Arquitecturas Orientadas a Servicios en nuestro país están siendo orientados a los sectores de Banca y Telecomunicaciones. Esto debido en gran medida a la facilidad por entender un proceso de negocios de atención a clientes versus un proceso de Manufactura, en el cual intervienen muchos mas factores. Los procesos de los Sistemas de Banca o Telecomunicaciones se podrían llamar procesos solo de nivel superior pues no tienen procesos de planta como los de la industria de la manufactura. Aquí el reto es la integración de los Sistemas Gerenciales de la Empresa y los Sistemas de Planta en una sola arquitectura global que incluya componentes de hardware y software.
3. El punto más importante a tener en cuenta para la adopción de SOA es su flexibilidad. SOA es la primera arquitectura de Tecnologías de Información (IT) que se enlaza con los negocios de manera flexible. Se trata esencialmente de un conjunto de servicios sueltos, donde cada uno de ellos es relativamente económico de construir o reemplazar. Al ser independientes pueden ser unidos como piezas de "lego" de acuerdo a los cambios, cosa que es imposible con las arquitecturas tradicionales. Es más, en una Arquitectura SOA se puede

reemplazar un servicio sin tener que preocuparse por la tecnología que hay detrás de ese servicio ya que lo más importante es la interfase, la cual está definida en un estándar universal que es los Servicios Web y XML.

4. SOA permite integrar los activos existentes de la empresa, como son los sistemas legados (ERP, CICS Cobol, etc.), las aplicaciones y las bases de datos, en las soluciones empresariales, extendiendo sus funcionalidades en vez de reemplazarlos. El resultado es una red que puede evolucionar rápida y eficientemente adaptándose "orgánicamente" de acuerdo a la demanda del negocio. Si a esto le adicionamos la integración de los dispositivos y máquinas en el Bus de Servicios SOA, la capacidad de adaptación a los cambios es mucho más potente.
5. Como cualquier gran cambio, las principales barreras para la adopción de SOA son organizacionales, no técnicas. Por ejemplo:
  - Se requiere disponibilidad de servicios para ensamblar rápidamente aplicaciones o procesos. Hacer esto implica tener una adecuada Administración dentro de la empresa.
  - Al utilizar SOA se requiere un cambio significativo en el estilo de programar. En SOA se necesita escribir aplicaciones para ser re-utilizadas, usando códigos existentes, a los cuales se podrá tener acceso constantemente.
6. Desde la perspectiva del ahorro de costos, el punto fuerte de SOA es que el costo marginal de construir nuevas aplicaciones baja de manera progresiva a medida que el nivel de reutilización de un servicio aumenta. Según algunos analistas de Forrester Research, se estima que un desarrollo basado en SOA puede llegar a resultar hasta dos veces más costoso que uno tradicional si se ve aisladamente para construir un componente de aplicación particular. Pero cuando el componente de aplicación es reutilizado una y otra vez, SOA aumenta su efectividad en costos hasta convertirse en más de 30% más barata que las aproximaciones de desarrollo tradicionales.
7. Muchos de los ahorros de SOA provienen de su poder para consolidar silos de datos y funcionalidad de aplicación redundantes dispersas por toda la organización. La disminución de las licencias de software y servidores se traduce también en ahorros de costes en capital y cargas operativas. Menores

componentes de software redundante, lo hacen en menor necesidad de duplicar recursos en los equipos de programación. Finalmente, la consolidación de las aplicaciones en plataformas reduce los costes de ciclo de vida del software, que, según Gartner, pueden ser hasta seis veces mayores que los costes de licencias.

8. SOA implica metodología, no la simple construcción de aplicaciones basadas en Servicios Web. Las empresas deben asegurarse que el desarrollo de servicios Web se adhiere a una arquitectura previamente planificada. Un error común es tratar de construir las mismas engorrosas y voluminosas aplicaciones autónomas, que se desean abandonar, en servicios Web. Si no se planifica, esto acabará incrementando la complejidad y los costes de la infraestructura de la empresa.

## **ANEXO A**

## GLOSARIO

### APLICACIONES DE BUSINESS INTELLIGENCE

Se refiere a las aplicaciones que recopilan información, proveen acceso a, y analizan la data e información sobre las operaciones de la empresa.

### BEAN

Un Bean es un componente software que tiene la particularidad de ser reutilizable y así evitar la tediosa tarea de programar los distintos componentes uno a uno.

La idea principal del Bean es reaprovechar los componentes de software que ya han sido creados por otros desarrolladores. Un Bean puede representar desde un botón, una grilla de resultados, un panel contenedor o un simple campo de texto, hasta otras soluciones mucho más complejas como conexiones a bases de datos, etc.

La mayoría de componentes que manejan los editores visuales más comunes (Visual Studio, Eclipse o Delphi) son beans.

Los beans mas conocidos son los **JavaBeans** y los **Enterprise JavaBeans (EJB)**.

### BUGS Y DEBUGGERS

Bugs es un error de software, generalmente es un error de programación generado durante el proceso de creación de programas.

Debuggers son los programas que corrigen estas fallas o protegen al sistema de ellos.

### CICS (Customer Information Control System)

El Sistema de Control de Información de Clientes (CICS) es un servidor de transacciones que se ejecuta principalmente en sistemas Mainframes IBM y mayoritariamente en equipos denominados zSeries con sistemas operativos zOS.

También existen versiones para otros sistemas operativos, como sistemas operativos i5 para equipos denominados iSeries (antiguamente llamados AS/400 con sistema operativo OS400), AIX y además una versión simplificada para Windows.

El lenguaje de programación más difundido para el CICS es el Cobol, aunque también lo son el PL-I, C, C++, IBM Basic Assembly, REXX y Java pero en menor proporción.

El CICS es ampliamente utilizado por instituciones financieras, bancarias y de seguros.

### **CIO (Chief Information Officer)**

Es el título que se le da a la persona que encabeza el grupo de IT (Tecnología de la Información) dentro de una organización.

### **DRAG&DROP**

Drag 'n drop (arrastrar y soltar), es un término muy usado en informática. Se refiere a la acción de arrastrar y soltar con el ratón objetos de una ventana a otra o entre partes de una misma ventana o programa. Los objetos arrastrados son habitualmente archivos, pero también pueden ser arrastrados otros tipos de objetos en función del programa

### **ECLIPSE**



Fig. A1 Logo Fundación Eclipse

Es una plataforma de código abierto, utilizado para el desarrollo de software, que permite crear aplicaciones denominadas "aplicaciones de cliente rico", opuesto a las "aplicaciones de cliente-liviano" basados en navegadores.

La plataforma Eclipse y las aplicaciones o entornos IDE creados se basan en módulos de software (en inglés plug-in) que pueden ir adicionándose en forma dinámica, a diferencia de otros entornos IDE monolítico en donde todas sus funcionalidades ya están incluidas, la necesite o no el usuario. La arquitectura plugin permite escribir cualquier extensión deseada en el entorno de desarrollo.

La base de la plataforma Eclipse, denominada "plataforma de cliente rico", es el mínimo necesario que se usa para crear aplicaciones. Este mínimo solo utiliza dos plug-ins : **org.eclipse.ui** and **org.eclipse.core.runtime**, y sus prerequisites.

Para ampliar los módulos (plug-ins) de la base de Eclipse se puede utilizar programación en C o Phytón.

En la Fig. G1 se muestra el logotipo de la Fundación Eclipse, y en la Fig. G2 se muestra Eclipse con el plug-in Editor Visual.

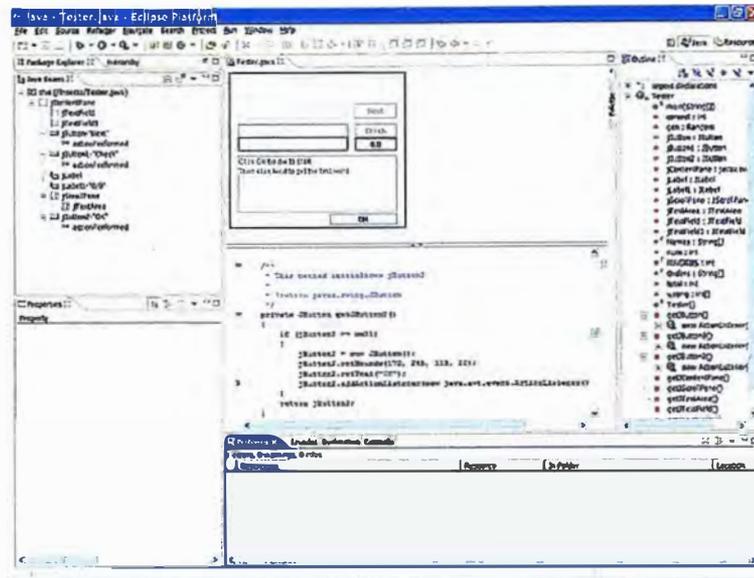


Fig. A2 Eclipse con el plug-in Editor Visual.

## ENTERPRISE JAVABEAN

Son componentes de software instalados en plataformas J2EE y que proveen un entorno Java para el desarrollo y ejecución de aplicaciones distribuidas. Los EJBs están escritos como módulos de software que contienen la lógica de negocio de la aplicación. Se encuentran y se ejecutan en los servidores de aplicaciones J2EE.

No hay que confundir a los Enterprise JavaBeans con los JavaBeans. Los JavaBeans no pueden utilizarse en entornos de objetos distribuidos al no soportar nativamente la invocación remota (RMI).

## ENTERPRISE ARCHITECTURE (EA)

La arquitectura empresarial (EA) es un conjunto de modelos que describen los componentes de una empresa, sus interrelaciones, y como estos dan soporte a los objetivos de la empresa.

Los modelos EA (Enterprise Architecture) se han convertido en la base de toda organización debido a que relacionan y conectan la misión, objetivos y metas de una organización con los procesos de trabajo de la organización y su infraestructura IT (en la actualidad el negocio y IT deben estar unidos). El arquitecto de la empresa debe definir y

entender los requerimientos del negocio para que pueda alinear la tecnología de la información con esos requerimientos.

## **GRID COMPUTING**

Es la tecnología que permite realizar grandes procesamientos de cómputo utilizando las muchas computadoras que se encuentran distribuidas y conectadas en red (particularmente conectadas vía Internet). Grid computing crea una arquitectura virtual de computadora, utilizando los recursos de las distintas computadoras, y distribuye el proceso de ejecución (la tarea que va a realizar) a través de toda la infraestructura, en forma paralela. Grid computing permite hacer uso de los recursos que no están siendo utilizados (procesamiento, almacenamiento, etc) en la diversidad de computadoras conectadas, comúnmente computadoras de escritorio, tratadas como un gran cluster virtual embebido en una infraestructura de telecomunicaciones distribuido.

## **JAVABEAN**

Un JavaBean o bean java es un componente hecho en software que se puede reutilizar y que puede ser manipulado visualmente por una herramienta de programación en lenguaje Java.

Para ello, se define un interfaz para el momento del diseño (design time) que permite a la herramienta de programación o IDE (Integrated Development Environment – Entorno de Desarrollo Integrado), interrogar (query) al componente y conocer las propiedades (properties) que define y los tipos de sucesos (events) que puede generar en respuesta a diversas acciones.

Aunque los beans individuales pueden variar ampliamente en funcionalidad desde los más simples a los más complejos, todos ellos comparten las siguientes características:

**Introspection:** Permite a la herramienta de programación o IDE analizar como trabaja el bean

**Customization:** El programador puede alterar la apariencia y la conducta del bean.

**Events:** Informa al IDE de los sucesos que puede generar en respuesta a las acciones del usuario o del sistema, y también los sucesos que puede manejar.

**Properties:** Permite cambiar los valores de las propiedades del bean para personalizarlo (customization).

**Persistence:** Se puede guardar el estado de los beans que han sido personalizados por el programador, cambiando los valores de sus propiedades.

En general, un bean es una clase que obedece ciertas reglas:

Un bean tiene que tener un constructor por defecto (sin argumentos).

Un bean tiene que tener persistencia, es decir, implementar el interface (declaraciones de métodos) Serializable.

Un bean tiene que tener introspección (introspection). Los IDE reconocen ciertas pautas de diseño, nombres de las funciones miembros o métodos y definiciones de las clases, que permiten a la herramienta de programación mirar dentro del bean y conocer sus propiedades y su conducta.

## **LEAN MANUFACTURING**

Lean manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados. Ford hablaba de dos tipos mas: el mal uso de los recursos humanos y el mal uso del capital. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora, y el tiempo de producción y el costo se reducen.

Un aspecto crucial es que la mayoría de los costos se calculan en la etapa de diseño de un producto. A menudo un ingeniero especificará materiales y procesos conocidos y seguros a expensas de otros baratos y eficientes. Esto reduce los riesgos del proyecto, o lo que es lo mismo, el coste según el ingeniero, pero a base de aumentar los riesgos financieros y disminuir los beneficios. Las buenas organizaciones desarrollan y repasan listas de verificación para validar el diseño del producto.

Los principios clave del lean manufacturing son:

Calidad perfecta a la primera - búsqueda de cero defectos, y detección y solución de los problemas en su origen.

Minimización del despilfarro – eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

Mejora continua – reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.

Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.

Flexibilidad – producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.

Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información

Lean es básicamente todo lo concerniente minimizar el despilfarro.

## **MIDDLEWARE**

Es la capa de software (infraestructura de software) que se ubica entre el Sistema Operativo y las aplicaciones, y que permite la comunicación entre Aplicaciones, Aplicaciones con Usuarios y entre Usuarios.

## **SISTEMAS LEGADO**

Se consideran sistemas legados (del término en Inglés Legacy) a los sistemas antiguos (por ejemplo: Cobol/CICS, CRM, ERP) que aún cumplen funciones importantes dentro de los procesos de negocio de la empresa debido a su potencia, rapidez en la ejecución de transacciones o porque el reemplazo de su lógica sería de mucho costo.

## **SCALABLE VECTOR GRAPHICS**

Scalable Vector Graphics (SVG) es un lenguaje para describir gráficos vectoriales bidimensionales, tanto estáticos como animados (estos últimos con ayuda de SMIL), en XML.

SVG se convirtió en una recomendación del W3C en Septiembre de 2001, por lo que ya ha sido incluido de forma nativa en muchos navegadores Web. Otros navegadores Web, necesitan un conector o plug-in, para lo que se puede utilizar el Visualizador SVG de Adobe.

SVG rivaliza con Macromedia Flash en términos de potencial y poder, con la diferencia de que el primero es un estándar abierto.

## **TRANSACCIÓN**

Es una operación indivisible en términos del resultado de su ejecución. Una transacción puede estar formada por un conjunto de operaciones que se ejecutan individualmente, pero todas ellas formarán una sola operación indivisible. Mediante el procesamiento por transacciones se asegura que todas las operaciones se procesen sin errores o ninguna de ellas se procese. Si al menos una de las operaciones presenta un error, el sistema realizará el proceso de "roll-back" (regreso al estado anterior) de toda la transacción, incluyendo las operaciones que resultaron exitosas, eliminando todo rastro de los cambios que pudieran haberse realizado.

El procesamiento de la información a través de transacciones asegura que las bases de datos tengan información consistente.

**TRADING PARTNERS (Asociados de Comercio)**

Se denomina trading partners de una empresa a los clientes, abastecedores, proveedores, distribuidores y otros socios que participan en las transacciones de negocio a lo largo de una cadena de valor. La integración con los trading partners se conoce también como integración business-to-business (o B2B).

Formalmente se define a un trading partner como una entidad que tiene un acuerdo con otra entidad para participar en una transacción de negocio específica, o un servicio, asumiendo un rol determinado.

**WARM-UP TIME**

El tiempo que demora la máquina antes de llegar a su régimen estable.

## BIBLIOGRAFIA

1. IBM RedBook; "Patterns: Implementing Self-Service in an SOA Environment" IBM RedBook document; December 2005
2. IBM, "Service Oriented Architecture — SOA"  
<http://www-306.ibm.com/software/solutions/soa/index.html>
3. IBM, "Service-Oriented Architecture expands the vision of Web services, Part 1"  
<http://www-128.ibm.com/developerworks/library/ws-soaintro.html>
4. IBM, "Service-oriented modeling and architecture"  
<http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-design1/>
5. IBM, "Elements of Service-Oriented Analysis and Design"  
<http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soad1/>
6. IBM, "Business Process Execution Language for Web Services", May 2003,  
<ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/ws-bpel.pdf>
7. François JAMMES IEEE, "Service-Oriented Architectures for Devices"  
<http://whitepapers.techrepublic.com.com/whitepaper.aspx?docid=286042>
8. SAP, "SAP NetWeaver"  
<http://www.sap.com/solutions/netweaver>
9. Artículos  
IDG.es, "Las empresas europeas valoran el ESB como la piedra angular de SOA"  
<http://www.idg.es/comunicaciones/noticia.asp?id=79525974&seccion=ebusiness>

10. CIO España, "Los tres niveles de madurez de SOA"  
<http://www.idg.es/CIO/mostrarNoticia.asp?id=82569334&seccion=tecnologias>
11. SOA World Magazine, "Is Web 2.0 The Global SOA?"  
<http://webservices.sys-con.com/read/164532.htm>
12. SOA World Magazine - Rajiv Gupta, "Security in a SOA"  
<http://webservices.sys-con.com/read/355645.htm>
13. Arch2Arch "SOA Practitioners' Guide" Part 1, 2 & 3  
<http://dev2dev.bea.com/pub/a/2006/09/soa-practitioners-guide.html>
14. ODVA, "Organization that supports network technologies built on the Common Industrial Protocol (CIP™) — DeviceNet™, EtherNet/IP™ and CompoNet™".  
<http://www.odva.org/>
15. ControlNet Technical Overview  
[http://www.controlnet.org/01\\_abcn/01\\_cn\\_tech\\_overview.htm](http://www.controlnet.org/01_abcn/01_cn_tech_overview.htm)
16. DeviceNet Network Overview  
<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/214372/1768364/3404052/>