

Universidad de la Ciencias Informáticas

Facultad 5



TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS

*Título: Diseño de una Arquitectura de Referencia SOA  
para Procesos Industriales.*

**Autor:** Yanelis Quiala Cisnero.

**Tutor:** Ing. Leevan Abón Cepeda.

**La Habana, 2012**

# Declaración de Autoría

## Declaración de Autoría

Declaro que soy el único autor de este trabajo, y por lo cual autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) para que haga el uso que estime pertinente con este trabajo. Para que así conste firmo la presente declaración de auditoría a los \_\_\_\_ días del mes de julio del 2012.

---

Firma del Autor

Yanelis Quiala Cisnero

---

Firma del Tutor

Ing. Leevan Abón Cepeda.

# Datos de Contacto

## Datos de Contacto

### Tutor

**Nombre y apellidos del tutor:** Leevan Abón Cepeda

**Institución:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

**Título:** Ingeniero en Ciencias Informáticas

Email: [labon@uci.cu](mailto:labon@uci.cu)

# Dedicatoria

## Dedicatoria

A toda mi familia por su apoyo y amor.

# Agradecimientos

## Agradecimientos

A mi mamá por ser el motivo de mi existencia y apoyarme en todos los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi padre por ser mi ejemplo y el motor impulsor para alcanzar mi sueño.

A mis hermanos Yanet y Jorgito por motivarme a ser mejor cada día.

A todos mis primos que son mis hermanos, en especial a Osmany y Deniel.

A mis tías y tíos que me acogieron con tanto cariño y como una hija más.

A mis amigas Anaís, Indira, La China, Bolet, Danieska y Laura por formar parte de mi piquete y siempre brindarme su amor y cariño.

A mi amiga Liuba que ha sido durante toda mi carrera mi principal guía.

A mis amistades que no dejan de ser menos importantes Leany, Loraima, Arelis, Claudia, Lorie.

A mis compañeros de tesis Lester, Lafita y Leiser por darme su apoyo en toda la realización del trabajo de diploma

A todo mi grupo 5506 por los momentos vividos.

A mi tutor Leevan por guiarme durante el desarrollo de la tesis.

A todos los profesores que contribuyeron a mi formación como profesional.

A Fidel por fundar esta universidad y darme la oportunidad de ser ingeniera.

A todos gracias.

## Resumen

Debido a los avances tecnológicos que ha tenido la humanidad, los procesos industriales son cada vez más complejos y difíciles de manejar, llevan consigo una gran cantidad de operaciones que producen bienes y servicios. Tradicionalmente en las industrias han existido siempre tres ciclos básicos de gestión: el ciclo de aprovisionamiento de materiales, el ciclo de fabricación (transformación de materiales en productos terminados) y el ciclo de almacenaje y distribución (situar el producto en el consumidor final). El negocio cada vez exige crear aplicaciones más complejas, con menos tiempo y presupuesto que antes. Crear estas aplicaciones, requiere en muchos casos de funcionalidades ya antes implementadas como parte de otros sistemas. La interconexión de los sistemas de la industria se hacía de forma directa, por lo que se intentaban integrar las distintas bases de datos o crear vistas para recoger la información. Este tipo de acceso es muy rápido y eficiente, pero a la larga genera una arquitectura de conexión de sistemas desordenada y poco escalable. A finales del siglo XX surge un nuevo paradigma para desarrollar las arquitecturas empresariales: la Arquitectura Orientada a Servicios (en inglés Service-oriented architecture o SOA). Este nuevo modelo de arquitectura permite simplificar las relaciones entre distintos sistemas, optimizar su funcionamiento, y documentar las competencias del negocio, aportando apoyo a las actividades de integración y consolidación dentro de las industrias u organizaciones. En el presente trabajo se realiza un estudio de las arquitecturas de referencia SOA y el estado del arte de los procesos industriales. Luego se realiza la propuesta de solución para la integración con los procesos industriales, y con el objetivo de validar la propuesta se emplea el método Delphi.

**Palabras clave:** información, integración, sistemas, SOA, procesos industriales.

## Índice

|   |     |
|---|-----|
| Declaración de Autoría .....                                  | I   |
| Datos de Contacto .....                                       | II  |
| Dedicatoria.....  | III |
| Agradecimientos .....   | IV  |
| Resumen .....   | V   |
| Índice .....  | VI  |
| Introducción .....  | 9   |
| Capítulo 1: Fundamentación Teórica.....                       | 13  |
| Introducción .....  | 13  |
| 1.1 Definición de arquitectura de referencia SOA.....         | 13  |
| 1.2 Capacidades de una Arquitectura de Referencia SOA.....    | 13  |
| 1.3 Arquitecturas de Referencia SOA .....                     | 15  |
| 1.3.1. Arquitectura de Referencia SOA del Grupo Abierto ..... | 16  |
| 1.3.2 Arquitectura de Referencia SOA del Grupo Gartner .....  | 17  |
| 1.4 Características de las Herramientas.....                  | 18  |
| 1.4.1 Suite JBoss .....                                       | 18  |
| 1.4.2 Suite Oracle.....                                       | 19  |
| 1.4.3 Suite WSO2.....   | 21  |
| 1.5 Selección de una herramienta.....                         | 21  |
| 1.6 Procesos Industriales .....                               | 22  |
| 1.6.1 Proceso: .....  | 22  |
| 1.6.2 Procesos de Producción.....                             | 22  |
| 1.6.3 Pasos de un proceso.....                                | 23  |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.6.4 ¿Qué es un proceso industrial? .....   | 23        |
| 1.6.5 Definición de proceso industrial.....  | 24        |
| 1.6.6 Características de los procesos industriales .....   | 26        |
| 1.7 Industria .....  | 26        |
| 1.7.1 Funcionamiento.....  | 26        |
| 1.7.2 Tipos de Industria.....  | 26        |
| 1.7.3 Sistemas de control .....  | 28        |
| 1.7.4 Controladores Lógicos Programables (PLC).....  | 29        |
| 1.7.5 SCADA.....   | 30        |
| 1.7.6 Sistema de Ejecución de Manufactura.....   | 31        |
| <b>Conclusiones Parciales</b> .....  | <b>32</b> |
| <b>Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b> .....                                   | <b>33</b> |
| <b>Introducción</b> .....  | <b>33</b> |
| 2.1 Mejores Prácticas para la implementación exitosa de una arquitectura SOA en la industria ..... | 33        |
| 2.1.1 Crear la arquitectura SOA a partir de los objetivos de la industria .....                    | 33        |
| 2.1.2 Tomar como punto de partida la situación actual de la industria.....                         | 34        |
| 2.1.3 Desarrollar la arquitectura con capas bien definidas.....                                    | 34        |
| 2.1.4 Fomentar la reutilización de componentes y creación de patrones.....                         | 34        |
| 2.1.5 Modelo de Gobierno de la arquitectura SOA .....  | 34        |
| 2.2 Arquitectura de referencia para el diseño de la propuesta de solución.....                     | 35        |
| 2.3 Descripción de la Propuesta de Solución .....  | 35        |
| 2.3.1 Capa de Acceso a Datos: .....  | 35        |
| 2.3.2 Capa de Servicios: .....   | 36        |
| 2.3.3 Capa de Integración: .....   | 38        |
| 2.3.4 Capa de Negocio:.....  | 39        |



|  |           |
|--|-----------|
| 2.3.5 Capa de Presentación: .....  | 40        |
| 2.3.6 Capa de Gobierno: .....  | 41        |
| 2.4 Tecnologías utilizadas.....  | 43        |
| 2.5 Estándares usados en SOA .....                                       | 48        |
| 2.6 Requerimientos de una plataforma para Implementar SOA .....          | 48        |
| <b>Capítulo 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>          | <b>50</b> |
| <b>Introducción .....</b>  | <b>50</b> |
| 3.1 Descripción del método Delphi.....                                   | 50        |
| 3.2 Aplicación del método Delphi .....                                   | 50        |
| 3.2.1 Proceso de selección de expertos .....                             | 51        |
| 3.2.2 Cálculo del Coeficiente de Competencia .....                       | 52        |
| 3.3 Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta..... | 55        |
| Encuesta a Expertos .....  | 55        |
| 3.4 Análisis de los resultados de la validación .....                    | 56        |
| Conclusiones Parciales.....  | 61        |
| Conclusiones Generales.....  | 62        |
| Referencias Bibliográficas .....   | 64        |

## Introducción

El mundo, hoy en día, se ve inmerso en un gran desarrollo científico-técnico, donde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) desempeñan un papel trascendental. Estas tecnologías se han convertido en una herramienta al servicio de las estrategias de las industrias, posibilitando un mayor carácter competitivo, así como la producción de una nueva gama de sistemas que van a satisfacer las demandas de rentabilidad, desarrollo sostenible y calidad en cada uno de sus procesos. Las TIC han tenido gran participación en distintas ramas de la industria, causando en las instituciones involucradas, la necesidad de contar con un sistema de gestión de inventario y almacén capaz de facilitarle a sus directivos el manejo y control exacto de todos sus productos, eliminando así posibles pérdidas que afectarían en gran medida el renglón económico.[1]

Debido a los avances tecnológicos que ha tenido la humanidad, los procesos industriales son cada vez más complejos y difíciles de manejar, llevan consigo una gran cantidad de operaciones que producen bienes y servicios. Tradicionalmente en las industrias han existido siempre tres ciclos básicos de gestión: el ciclo de aprovisionamiento de materiales, el ciclo de fabricación (transformación de materiales en productos terminados) y el ciclo de almacenaje y distribución (situar el producto en el consumidor final).[2]

Con el desarrollo de la ciencia y la técnica, así como el exponencial auge de la automatización de los procesos industriales, las producciones de las grandes industrias han alcanzado niveles insuperables en comparación con momentos del pasado donde estas ramas no estaban tan desarrolladas como en la actualidad. La competencia del elevado número de industrias las ha llevado a usar la automática en sus instalaciones, aparejada al uso de la informática para controlar desde un ordenador los distintos procesos. Todo esto trae consigo un menor gasto de producción y en muchos casos se ejecutan operaciones en la producción imposibles de realizar por la mano del hombre, como son medir la temperatura de una caldera, el nivel de líquido de un tanque, entre otros. Lo antes mencionado ofrece una idea de la gran evolución que han tenido los sistemas digitales de Control, Supervisión y Adquisición de Datos (SCADAs) logrando ser el núcleo de los sistemas software de automatización de procesos e imponiéndose como pilar estratégico y fundamental para las grandes empresas industrializadas.[3]

En las últimas décadas los departamentos de Tecnologías de la Información (TI) de las industrias han construido infraestructuras que soportan en gran medida las operaciones de sus industrias y sus clientes. El camino para llegar hasta este punto no ha sido fácil, se ha aprendido de los errores y

## Introducción

aciertos de la industria. El resultado de este proceso, ha sido la creación y mantenimiento de un número considerable de aplicaciones internas, cada una responsable de sus propias tareas. El negocio cada vez exige crear aplicaciones más complejas, con menos tiempo y presupuesto que antes. Crear estas aplicaciones, requiere en muchos casos de funcionalidades ya antes implementadas como parte de otros sistemas.[4]

La interconexión de los sistemas de la industria se hacía de forma directa, por lo que se intentaban integrar las distintas bases de datos o crear vistas para recoger la información. Este tipo de acceso es muy rápido y eficiente, pero a la larga genera una arquitectura de conexión de sistemas desordenada y poco escalable.

A finales del siglo XX surge un nuevo paradigma para desarrollar las arquitecturas empresariales: la Arquitectura Orientada a Servicios (en inglés Service-oriented architecture o SOA). Este nuevo modelo de arquitectura permite simplificar las relaciones entre distintos sistemas, optimizar su funcionamiento, y documentar las competencias del negocio, aportando apoyo a las actividades de integración y consolidación dentro de las industrias u organizaciones. A diferencia de las arquitecturas orientadas a objetos, SOA está conformada por servicios de aplicación acoplados y trascendentalmente interoperables, para comunicarse entre sí. Entre sus ventajas se cuenta: un menor costo de integración, mayor flexibilidad, un enfoque basado en estándares, y la reutilización de los activos y servicios existentes.[5]

La adopción de una arquitectura basada en servicios es actualmente indispensable para muchas industrias. Esto se debe a la necesidad de crear una infraestructura sólida que soporte la integración de los sistemas críticos de la industria. Las arquitecturas orientadas a servicios apuntan fundamentalmente a satisfacer en las organizaciones, la rapidez operativa como consecuencia del entorno comercial en que se desenvuelven. Para lograrlo se hace necesario que los componentes de esta infraestructura sean tan reutilizables y poco interdependientes que permitan una rápida reestructuración de los mismos. En resumen se tiende a una arquitectura de conexión de sistemas mucho más ordenada, robusta y escalable.[6]

En Cuba existen diferentes tipos de industria entre ellas: la industria minera, azucarera, química, alimentaria y farmacéutica, pero hay procesos similares en todas como por ejemplo: materia prima, mano de obra, método de trabajo, máquinas, medio ambiente y medición. Dentro de las farmacéuticas se encuentra el Centro de Inmunología Molecular (CIM) que tiene un vínculo estrecho con uno de los centros con que cuenta la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), precisamente con el Centro de Consultoría y Desarrollo de Arquitecturas Empresariales (CDAE). Este centro desarrolla proyectos bajo una iniciativa SOA y se especializa en servicios y soluciones para sectores estratégicos como la

# Introducción

industria. Sin embargo, no cuenta con una arquitectura de referencia SOA para este sector, que pueda servir de guía para futuros proyectos relacionados con los procesos industriales con el propósito de proveer a la industria de una arquitectura comprensible, flexible y segura que le permita responder ante los cambios de forma vertiginosa y adecuada.

Teniendo en cuenta la situación expuesta anteriormente se define el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo diseñar una solución de integración de procesos y servicios para el sector industrial?

Para darle solución a dicho problema la investigación se plantea como **objeto de estudio**: Las arquitecturas de referencia SOA y, como **campo de acción**: La arquitectura de referencia SOA aplicada a los procesos industriales.

Como **objetivo general** de la investigación, se plantea diseñar una arquitectura de referencia SOA para adoptar un proyecto relacionado con procesos industriales.

De este objetivo general se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

1. Elaborar el marco teórico de la investigación.
2. Diseñar la propuesta de solución de una arquitectura de referencia SOA, para la integración con los procesos industriales.
3. Validar la arquitectura propuesta.

Para darle solución al problema planteado y dar cumplimiento a los objetivos se trazaron las siguientes **tareas de investigación**:

- Realización del estado del arte de la arquitectura de referencia SOA.
- Caracterización de las herramientas y selección de una de ellas para la propuesta.
- Realización de un estado del arte de los procesos industriales.
- Proposición de una arquitectura de referencia SOA para adoptar una iniciativa en el sector de los procesos industriales.
- Definición de los instrumentos y métodos de validación de la propuesta.
- Validación de la propuesta a través de métodos y técnicas que permitan evaluar los atributos de calidad en una arquitectura.

Esta investigación tiene como **resultados esperados** la obtención de una arquitectura de referencia SOA como guía para su posible aplicación en futuros proyectos relacionados con los procesos industriales de una industria.

# Introducción

Se propone la siguiente **Idea a Defender**: Si se realiza una investigación sobre las arquitecturas de referencia SOA, entonces se podrá diseñar una arquitectura para llevar a cabo un proyecto de integración relacionado con los procesos industriales.

En el cumplimiento de las tareas de investigación se utilizaron varios **métodos científicos** de investigación como:

## **Métodos Teóricos:**

**Análisis histórico – lógico:** Analizar e investigar las arquitecturas de referencia SOA, con el objetivo de lograr una mejor comprensión de las especificidades del tema.

**Analítico - Sintético:** Con el objetivo de analizar las suites de SOA más utilizados en la actualidad para aplicarlos al sector Industrial.

## **Métodos empíricos:**

**Entrevista:** Realizar entrevistas a expertos en el tema de SOA, con el objetivo de obtener información detallada que contribuya a la realización de la arquitectura.

El presente documento está estructurado por tres capítulos, los cuales abarcan todo lo relacionado con la investigación realizada.

**Capítulo 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**, En este capítulo se realiza la fundamentación teórica de la investigación basándose en un estudio de la arquitectura de referencia SOA y la caracterización de diferentes tecnologías para seleccionar una de ellas. Además, brinda una breve reseña sobre el estado del arte de los procesos industriales, en fin, todos aquellos aspectos que permitirán modelar el marco teórico que fundamenta la investigación.

**Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN**, contiene el desarrollo de la propuesta de referencia SOA para la integración con los procesos industriales.

**Capítulo 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**, comprende el proceso de validación de la propuesta de solución. Además cuenta con las conclusiones de la investigación.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica

### Introducción

En este capítulo se puntualiza y se establece un enfoque de las arquitecturas de referencia SOA. Se caracterizan las herramientas de forma tal que permita seleccionar la más adecuada para la propuesta. Se realiza un estudio del estado del arte de los procesos industriales y de su situación actual para un mayor entendimiento y comprensión de estos.

### 1.1 Definición de arquitectura de referencia SOA

La arquitectura de referencia SOA define una arquitectura de destino ideal para una industria o línea de negocio. Algunos también se refieren a esto como el "estado futuro" o "visión de futuro" de la industria. La arquitectura de referencia de SOA es la clave a la construcción de una hoja de ruta del estado actual al estado de destino.[7]

### 1.2 Capacidades de una Arquitectura de Referencia SOA

Una arquitectura de referencia define una visión o estado futuro ideal para una industria u organización. En las industrias, una arquitectura de referencia SOA es crítica para la definición de una ruta de adopción teniendo en cuenta el estado actual y futuro del negocio y la tecnología. A continuación se describen 6 capacidades importantes de una arquitectura de referencia SOA: Creación de Servicios de Negocios, Comunicaciones y Mensajería, Registro de Servicios, Administración de Servicios, Orquestación de Servicios, Servicios para Interacción con Usuarios. [8]

#### 1.2.1 Creación de servicios

El punto inicial de una arquitectura de referencia son los servicios. Una Arquitectura SOA está construida alrededor del concepto de un servicio de negocios, el cual es una pieza de negocios reutilizable diseñada para ejecutar una parte de un proceso de negocios a través de la utilización de interfaces de acceso e invocación basadas en estándares. La primera capacidad de una arquitectura de referencia SOA es la facilidad para creación de servicios de negocios, construidos a partir de los sistemas existentes en una red industrial extendida o servicios completamente nuevos.[8]

#### 1.2.2 Comunicaciones y mensajería

Una vez los servicios de negocios están construidos, el poder de una arquitectura de referencia SOA está en la capacidad de unir estos servicios. La manera más flexible de unir los servicios es optar por

# Fundamentación Teórica

una arquitectura bajamente acoplada, independiente de la plataforma, basada en principios de mensajería para comunicación entre componentes.[8]

## 1.2.3 Registro de servicios

Aun cuando los servicios se pueden comunicar, no habrá reutilización hasta cuando se resuelva como descubrir cuales servicios (internos o externos) están disponibles o existen y cuál es su propósito, por lo tanto una arquitectura de referencia SOA requiere la capacidad de tener un registro centralizado, a través del cual los servicios pueden ser catalogados en un repositorio central.[8]

## 1.2.4 Administración de servicios

Cuando los servicios se vuelven parte importante de la operación de negocios de una industria, el siguiente reto a resolver es entender del comportamiento actual y el uso de estos servicios en un ambiente de producción. Esto requiere un nivel de administración de servicios, el cual permita monitorear en producción, que estén realizando los servicios y que provea funcionalidades de gobierno de los servicios.[8]

## 1.2.5 Orquestación de servicios

Un aspecto importante de los servicios para una arquitectura de referencia SOA, es que los servicios estén claramente relacionados con funcionalidades del negocio, en lugar de ser simplemente piezas de código tecnológicas. Esto permite que los servicios, puedan ser reutilizados y ensamblados en un proceso completo de negocios utilizando tecnologías para orquestación, las cuales tienen la capacidad de manejar flujos de servicios para asegurar la correcta ejecución de procesos basados en reglas de negocios y políticas. Esta relación de procesos de negocios y componentes tecnológicos hace posible determinar el comportamiento de un sistema operacional de TI en términos de negocios y esto hace posible entender y predecir el rendimiento del negocio y el impacto del cambio.[8]

## 1.2.6 Interacción con los usuarios

Una capacidad crítica de éxito está en asegurar que los usuarios finales pueden tomar ventaja de una arquitectura SOA sin retrasos, interrupciones o entrenamiento. Existen diferentes tecnologías para interacción de usuarios finales tales como portales personalizables y herramientas web basadas en roles, las cuales permiten mejorar la productividad, usabilidad y efectividad de las soluciones basadas en arquitectura SOA.[8]

## 1.3 Arquitecturas de Referencia SOA

Uno de los aspectos relevantes en SOA es definir la Arquitectura de Referencia para la industria. La arquitectura de referencia SOA plasma los distintos componentes de una solución SOA, principalmente Procesos de Negocio y Servicios, además muestra cómo interactúan estos componentes con los usuarios de negocio y con los sistemas existentes en la industria (sistemas legados).[9]

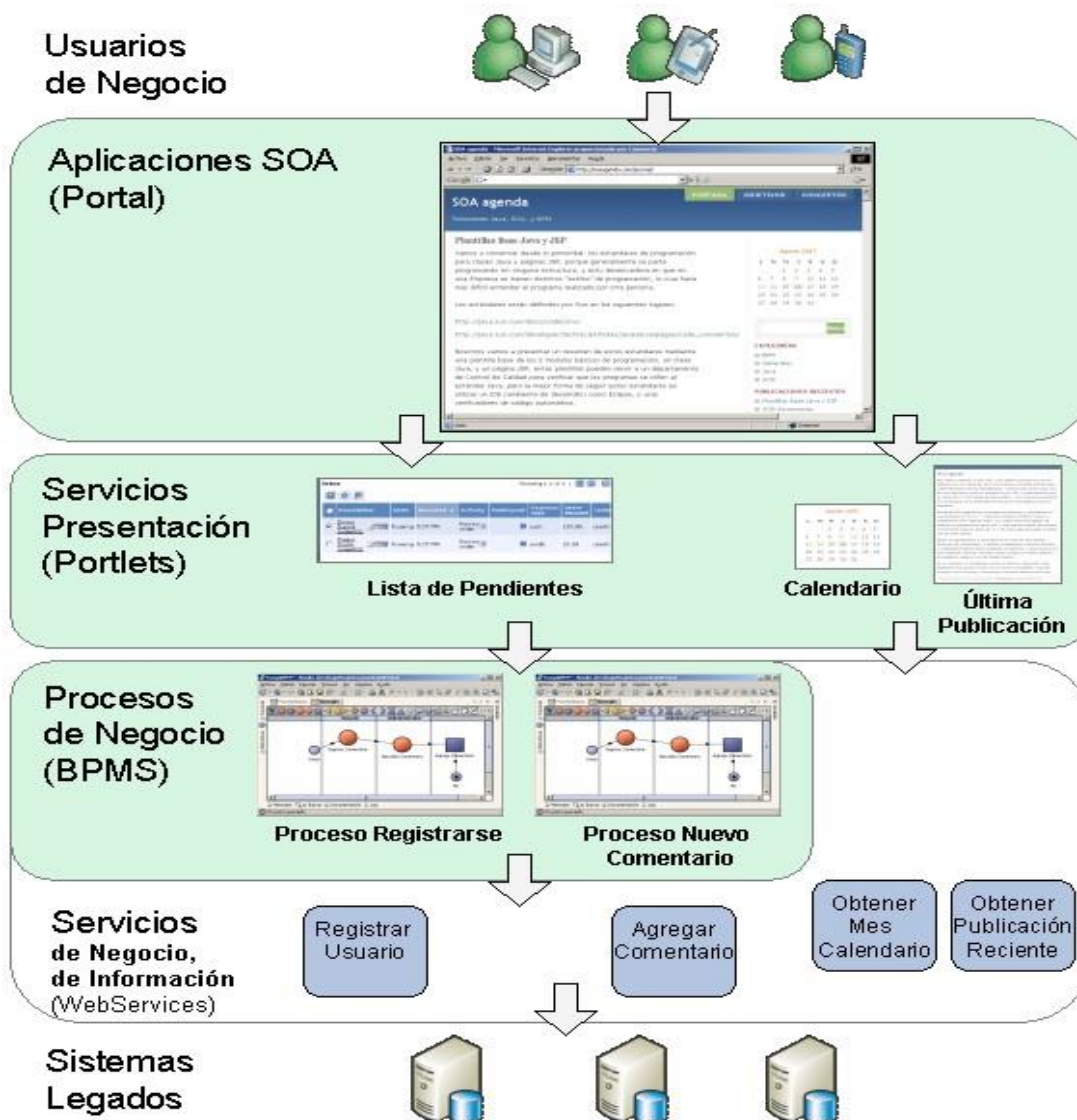


Figura 1: Arquitectura de Referencia SOA.

Esta arquitectura debe ser complementada con los componentes específicos de cada industria. Además cada proveedor de soluciones tiene su propia arquitectura SOA de referencia, que incorpora sus herramientas específicas, pero toda arquitectura por lo menos contempla lo siguiente:



# Fundamentación Teórica

**Usuarios de Negocio:** Son los usuarios de las aplicaciones, pero en SOA son también los participantes de los procesos de negocio, estos pueden utilizar distintas tecnologías para acceder a la aplicación (o proceso de negocio).[9]

**Aplicación SOA y Portal:** Las aplicaciones (aplicaciones SOA, o aplicaciones compuestas), están implementadas usando componentes reutilizables (Portlets, y Servicios), para lo cual se utiliza la tecnología de Portales. Una aplicación de este tipo incorpora todas las funcionalidades de un proceso bajo un ambiente común.

**Servicios de Presentación (Portlets):** Son los componentes de presentación reutilizables, que en la práctica corresponden a secciones reutilizables de las páginas web.

**Procesos de Negocio:** Son la implementación BPM de los procesos, que incorporan tareas interactivas (interacción participante), con actividades automatizadas (servicios).[9]

**Servicios de Negocio:** Son componentes funcionales del negocio que se pueden reutilizar en los distintos procesos, y distintas aplicaciones, generalmente son servicios compuestos (por otros servicios).

**Servicios de Información:** Son los servicios atómicos que pueden ser parte de servicios de más alto nivel. Su principal característica es que acceden directamente a los recursos, o sistemas legados, encapsulan las funcionalidades específicas de los sistemas existentes, dándole así una interfaz que permita integrarlos al estándar SOA.

**Sistemas Legados:** Son los sistemas existentes en la industria, que no están integrados (sistemas silo o isla). Que soportan actualmente la operación del negocio, y que no están bajo el nuevo esquema de “orientación a servicios”. [9]

## 1.3.1. Arquitectura de Referencia SOA del Grupo Abierto

The Open Group (el grupo abierto) es un consorcio independiente de proveedores y tecnologías cuya visión permitirá el acceso a la información integrada dentro y entre las empresas basadas en estándares abiertos y la interoperabilidad global. Trabaja con clientes, proveedores, consorcios y otros organismos de normalización. Su función es capturar, comprender y abordar las necesidades actuales y emergentes, establecer políticas, la cuota de las mejores prácticas, facilitar la interoperabilidad, desarrollar un consenso, y evolucionar e integrar especificaciones y tecnologías Open Source, para ofrecer un conjunto integral de servicios para mejorar la eficiencia operativa de los consorcios.[10]

La arquitectura SOA de referencia tiene nueve capas: Sistemas Operacionales, Componentes de Servicios, Servicios, Procesos de Negocio, Consumidor de Interfaces, Integración, Calidad de la capa de servicios, Información y Gobierno. Representan a nueve de los grupos clave de consideraciones y responsabilidades que surgen en el proceso de diseño y solución de SOA. Además, cada capa está

## Fundamentación Teórica

diseñada para materializar y reforzar cada una de las diversas perspectivas de SOA de valor para el negocio. The Open Group publica una amplia gama de documentación técnica, se centra principalmente en la elaboración de normas, productos y guías, pero también incluye libros, estudios técnicos, la marca y la documentación de las pruebas. Los detalles completos y un catálogo están disponibles en [www.opengroup.org / librería](http://www.opengroup.org/librería).

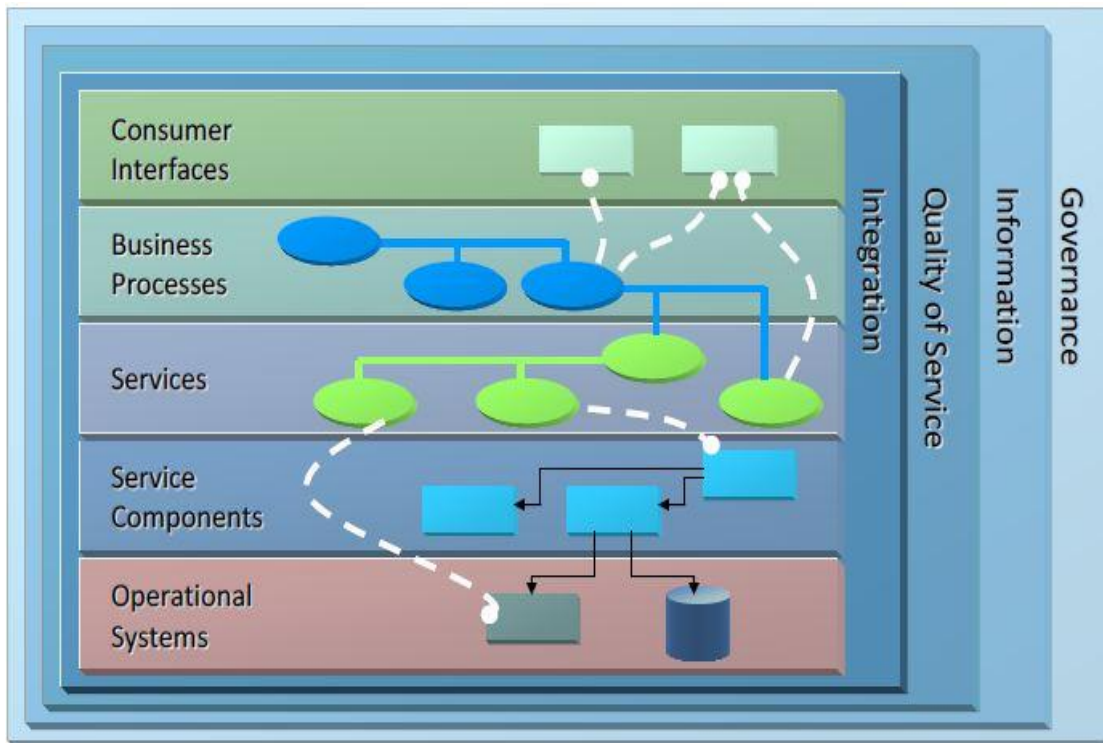


Figura 2: Arquitectura de Referencia SOA de Open Group. [10]

### 1.3.2 Arquitectura de Referencia SOA del Grupo Gartner

Gartner es una empresa consultora encargada de investigar, la industria y las tendencias del mercado. Describe la arquitectura orientada a servicios por primera vez en 1996, pero el interés en la misma se vio aumentado por la aparición de una importante tendencia del mercado: los servicios web. Aunque los servicios web no necesariamente significan SOA, y no todas las SOA's están basadas en servicios web, la relación entre las dos tendencias es importante, y se potencian mutuamente: el interés por los servicios web lleva hacia SOA, y las ventajas de la arquitectura SOA ayudan a que las iniciativas de servicios web tengan éxito.[11]

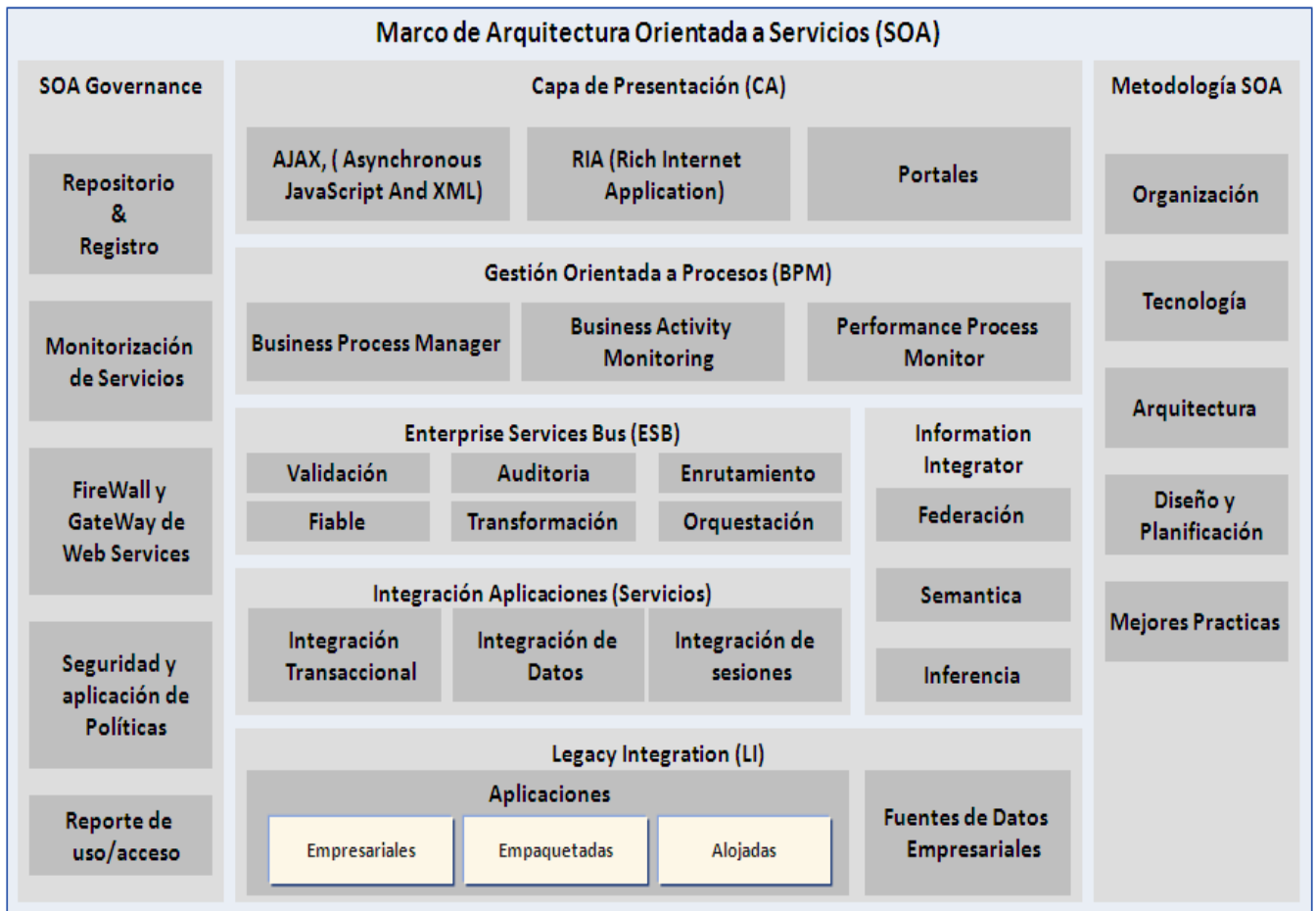


Figura 3: Modelo ampliado de la arquitectura del Grupo Gartner. [12]

Existen diferentes arquitecturas de referencia SOA, pero la utilización de las mismas se ve afectada por las consecuencias del injusto bloqueo económico. Al país le niegan el acceso a servicios informáticos tales como, software, sitios web, y se hace difícil la adquisición de tecnologías. Por esta razón no podemos adoptar una de estas arquitecturas y se crea la necesidad de diseñar una arquitectura de referencia SOA.

## 1.4 Características de las Herramientas

### 1.4.1 Suite JBoss

JBoss Enterprise SOA Platform incluye middleware de código abierto para soportar una arquitectura orientada a servicios (SOA) como JBoss Enterprise Service Bus (ESB), JBoss jBPM (BPM), JBoss Rules (Reglas) y JBoss Enterprise Application Platform (Servidor de Aplicaciones) para integrar aplicaciones, servicios, operaciones y componentes empresariales en procesos automáticos. Permite a

## Fundamentación Teórica

las empresas manejar eventos y automatizar procesos empresariales de manera más eficiente, vinculando recursos informáticos, datos, servicios y aplicaciones a lo largo de toda la cadena de valor. A diferencia de otras ofertas, los componentes de código abierto pueden utilizarse individualmente, en conjunto o con componentes de terceros para adaptarse mejor a las necesidades de desarrollo en evolución. [13]

JBoss Enterprise SOA Platform ofrece la estructura base de integración y la SOA para construir arquitecturas orientadas a servicios empresariales que permitan a las empresas obtener una ventaja competitiva. Al permitirle a una empresa automatizar sus procesos empresariales, facilitar la participación humana en estos procesos y vincular la cadena de valor en su totalidad, JBoss hace posible que las empresas optimicen su rendimiento comercial. [13]

Permite la ejecución automática del negocio al ofrecer una plataforma de arquitectura orientada a servicios de segunda generación, de código abierto y basada en las normas que reúne a todos los grupos de interés y activos informáticos de la empresa necesarios para dirigir el negocio. Elimina los puntos críticos manuales de sus procesos empresariales. Mejora la experiencia de sus clientes propiciando una mayor satisfacción. Acelera la ejecución empresarial y mejora el rendimiento comercial. Reduce los errores de ejecución en los procesos empresariales e incrementa el rendimiento sobre su actual inversión en TI. [13]

### 1.4.2 Suite Oracle

Oracle SOA Suite es un conjunto de software completo y con funcionamiento permanente para la creación, implementación y administración de una arquitectura orientada a servicios. Esto incluye el desarrollo de aplicaciones orientadas a servicios, la integración de sistemas de TI y aplicaciones orientadas a servicios, y la administración de procesos de negocio orientados a servicios. Se conecta a las infraestructuras de TI heterogéneas y permite a las empresas adoptar SOA de manera gradual. Los componentes de la suite se benefician con capacidades en común, con inclusión de un solo modelo de administración e implementación, herramientas consistentes, seguridad integral y administración de metadatos unificados.[14]

Oracle SOA Suite consta de los siguientes componentes:

- ✓ Un administrador de procesos basado en BPEL para componer servicios en los procesos de negocio.

## Fundamentación Teórica

- ✓ Una solución para el monitoreo de la actividad de los negocios a fin de obtener visibilidad en tiempo real de las operaciones y el desempeño de los servicios y procesos de negocio.
- ✓ Un motor de reglas de negocio para capturar y automatizar las políticas de negocios.
- ✓ Oracle Service Bus de múltiples protocolos para conectarse a las aplicaciones y rutear los mensajes.
- ✓ Conectividad a prácticamente todas las fuentes de datos, con inclusión de las aplicaciones, bases de datos, colas, y otros dispositivos físicos, así como la integración de datos de gran volumen y de alto desempeño.
- ✓ Oracle JDeveloper, un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) para administrar, depurar, elaborar perfiles e implementar servicios.
- ✓ Una solución de seguridad y administración de servicios Web para hacer cumplir las políticas de autenticación y autorización en torno a los servicios.
- ✓ Un registro de servicios para detectar y administrar el ciclo de vida de los servicios.[14]

Oracle SOA Suite brinda la promesa SOA de visibilidad, flexibilidad y velocidad. Las mejores herramientas de su clase, las cuales ofrecen la funcionalidad líder del sector en cada componente. La suite completa y estrechamente integrada reduce el costo total de propiedad. La arquitectura lista para usar de Oracle SOA Suite permite la integración sin defectos de la suite y sus componentes en cualquier entorno de TI existente. Debido a que los mejores componentes de esta Suite pueden adoptarse gradualmente, pueden ser utilizados para resolver problemas de negocio y pueden extenderse a las implementaciones empresariales. Mejora la capacidad de la empresa tanto para predecir los cambios mejorando la visibilidad de lo que ocurre en el entorno de los negocios, en tiempo real como para responder a esos cambios permitiendo a las empresas desarrollar y optimizar los procesos de negocio rápidamente. Simplifica el entorno de TI al ser abastecido, implementado, monitoreado y administrado como una sola infraestructura cohesiva. Aprovecha las inversiones existentes al ser modular, abierto y extensible.[14]

## 1.4.3 Suite WSO2

La plataforma de productos WSO2 está conformada por una suite de desarrollo llamada WSO2 Carbon Studio, la cual puede ser instalada aparte o como un plugin para eclipse. Contiene productos de soporte a SOA como son: un bus de servicios empresariales construido sobre la plataforma WSO2 Carbon OSGI. Un servidor de reglas de negocio que permite añadir la agilidad de usar reglas de negocio para el esquema de SOA. La gobernabilidad abarca más que la tecnología, también incluye a las personas y procesos. Proporciona la habilidad para monitorear el creciente ecosistema de servicios desde un solo lugar. Incluye la capacidad para especificar al dueño de cada colección de recursos a un nivel muy fino permitiendo el control de visibilidad de cada recurso.[15]

Proporciona un manejo sofisticado de identidad y seguridad para las aplicaciones web y los servicios. Posee un monitor de actividades del negocio que no solo está diseñado para monitorear métricas de SOA sino también para monitorear los indicadores de los procesos. En general puede monitorear cualquier otro indicador. Permite entregar a los empleados, clientes y proveedores una forma de obtener toda la información que necesitan en un solo lugar. Brinda la posibilidad a los desarrolladores de desplegar procesos de negocio escritos en WS-BPEL. La exposición de servicios como datos se considera una de las principales funcionalidades de cualquier arquitectura orientada a servicios y es por eso que entre las herramientas de la suite aparece una destinada a la creación de servicios de datos, los cuales pueden extraer su información de una gran variedad de fuentes y combinaciones con una alta calidad y en muy rápido tiempo, exponiéndolos como servicios y proveyendo la seguridad necesaria para su consumo.[15]

## 1.5 Selección de una herramienta

Las suites descritas anteriormente pertenecen a empresas de desarrollo de software que dedican sus negocios a SOA y sus herramientas permiten la creación y desarrollo de servicios web, así como la gestión y monitoreo a lo largo de todo su ciclo de vida. JBoss tiene como desventaja que no logra integrar ni mantener la coordinación entre varios proyectos comunitarios esto trae como consecuencia complejidad y costos en sus operaciones de TI. Su ESB no coincide con los puntos finales de servicios múltiples solo lo hace a través de una única variable por servicio y no cuenta con una suite completa de SOA. Oracle es una suite propietaria que impone grandes pagos por concepto de licencia de uso de sus productos. El código fuente es cerrado e inflexible por lo que impide que el negocio recupere el valor de su inversión en TI. No permite a las empresas generar valor para el cliente y responder ante los cambios de una manera abierta o asequible. Sin embargo la WSO2 contiene una suite completa de SOA, es de código abierto bajo licencia de Apache 2.0 y es una plataforma muy poderosa. La compañía que la desarrolla se dedica a brindarle soporte por lo que este proyecto se mantiene

# Fundamentación Teórica

actualizado, estable y cuenta con una buena documentación. Por estas razones constituye la suite que mejor se ajusta para la propuesta.

## 1.6 Procesos Industriales

### 1.6.1 Proceso:

Para entender que es un proceso, haremos su definición, y enseguida la clasificación del mismo

Proceso: Es toda secuencia de pasos, tareas o actividades que conducen a un cierto producto, el cual es el objetivo de dicho proceso.

Los procesos pueden ser:

De producción, cuando el resultado es un bien industrial.

De servicios, cuando ese resultado sea un bien intangible, como la salud o el transporte.

Administrativos, cuyo fin es un acto administrativo como una compra, una cobranza, un pago o que conduce a producir o modificar información.

El propósito de un proceso, es producir transformaciones. Algo sucede que de alguna manera produce cambios en el objeto sobre el que se está trabajando. En este tema nos enfocaremos a los Procesos de Producción, estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Procesos Químicos: Cuando las transformaciones pueden producir cambios químicos.

Procesos Mecánicos: Cuando se altera la forma o estructura.

Procesos de Armados: Quitar o agregar partes o piezas.

### 1.6.2 Procesos de Producción

Durante la producción de un bien o servicio, con el término proceso se designan tanto las tareas manuales, los sistemas que coordinan trabajadores y máquinas; como los procesos automatizados, en los que el trabajador juega un papel indirecto o de control.

Los trabajos manuales por lo general utilizan ciertas ayudas mecánicas y son responsables de una proporción importante de las actividades productivas. El diseño de estas actividades manuales y su

# Fundamentación Teórica

relación con las fases de operación y control de las máquinas que se emplean, corresponde al área de la Ingeniería Industrial, la cual se ocupa del diseño de métodos de trabajo.

Las actividades manuales, o la operación de máquinas, son frecuentes en trabajos de armado o ensamblaje de componentes, en actividades administrativas (oficinas), en supermercados, hospitales, etc. Existen procesos de producción que tienen una base tecnológica muy compleja, como es el caso de las industrias que trabajan metales (rama metal-mecánica), industria de la madera, industria de plásticos e industria química.

## 1.6.2.1 Procesos Químicos

Son propios de la industria del petróleo y de los plásticos, producción de acero, aluminio, etc. en términos generales, siempre es posible estudiar sus etapas en función de las operaciones o transformaciones que ocurren (tales como reacciones químicas, transferencias de calor, filtrado, absorción, etc.).[16]

## 1.6.2.2 Procesos Mecánicos

“Cuando se altera físicamente, la forma o estructura”

Son propios de la industria de transformación y mecanizado de metales, en la industria de la madera y en el moldeado y formado de plásticos. [16]

## 1.6.3 Pasos de un proceso

Un proceso tiene diferentes pasos: se alimenta la mano de obra, el equipo y los materiales; se llevan a cabo actividades de transformación y se generan los productos. Tradicionalmente en las empresas han existido siempre tres ciclos básicos de gestión:

- El ciclo de aprovisionamiento de materiales.
- El ciclo de fabricación (transformación de materiales en productos terminados).
- El ciclo de almacenaje y distribución (situar el producto en el consumidor final).

## 1.6.4 ¿Qué es un proceso industrial?

Un proceso industrial es una secuencia de actividades mediante la cual se producen bienes y servicios.

Por ejemplo:



- Un hospital es una empresa productora de servicios de salud.
- Una industria de alta tecnología que produce chips.
- Una industria que produce automóviles.
- Una industria que produce prendas de vestir.[17]

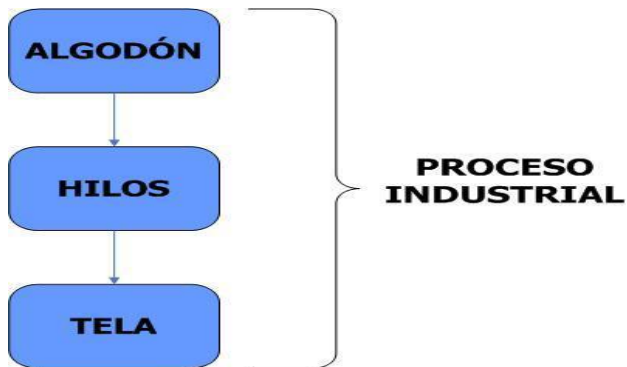


Figura 4. Ejemplo de proceso industrial

## 1.6.5 Definición de proceso industrial

Se entiende por proceso a todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso, de forma general el desarrollo de un proceso conlleva una evolución en el estado del elemento sobre el que se está aplicando dicho tratamiento hasta que este desarrollo llega a su fin. En este sentido, la industria se encarga de definir y ejecutar el conjunto de operaciones materiales diseñadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales. [18]

De manera que el propósito de un proceso industrial está basado en el aprovechamiento eficaz de los recursos naturales de forma tal que éstos se conviertan en materiales, herramientas y sustancias capaces de satisfacer más fácilmente las necesidades de los seres humanos y por consecuencia mejorar su calidad de vida.

El desarrollo de los procesos industriales es análogamente una seriación continua que avanza a la par del crecimiento de las sociedades y sus intereses y es, a la vez, uno de los factores que impulsan este crecimiento. Desde los inicios de la humanidad se ha hecho patente la importancia de cubrir diversas necesidades y es por esta razón que el ingenio de aquellos primeros seres humanos comenzó a desenvolverse y a crear diferentes maneras de satisfacer esos deseos con los recursos que tenían al

## Fundamentación Teórica

alcance. De allí en adelante se fueron agregando pequeños elementos a cada proceso a lo largo del tiempo, afinando sus viejas características y creando nuevas y mejores maneras de hacer las cosas, modificando los procedimientos según las intenciones, los recursos y las distintas maneras de pensar a través de las distintas épocas. [18]

La definición de procesos industriales tiene un objetivo que se puede definir con claridad, y está radicado en los objetivos perseguidos por los responsables de implementar los procesos industriales automatizados y que tiene como fin mejorar la productividad. Incluyendo, durante el ciclo, desde los primeros pasos que se dan en la extracción de la materia hasta su punto culminante que determina el cierre en la sección de acabado.

Dependiendo de los criterios que manejen las empresas durante la definición de procesos industriales referidos con sus actividades principales, el análisis detallado de las características de las operaciones, es el punto central en el que éstas se deberían enfocar. Tal es así, que conocer los aspectos que intervienen en los automatismos y que pueden ser parte de los procesos industriales automatizados es elemental. Es por ello, que los especialistas en la definición de procesos industriales recomiendan que los procedimientos deban estar alineados de manera sistemática, intentando una integración de todas las herramientas utilizadas en el proyecto. [18]

### **1.6.5.1 En la definición de procesos industriales, lo importante puede surgir del control posterior**

Uno de los puntos que coinciden luego de la definición de procesos industriales, es sin dudas, el tema que guarda relación con la incertidumbre de cómo se realizará el control durante la puesta en marcha de los procesos industriales automatizados y como se evaluará su funcionamiento. En cierta medida, el control representa uno de los requisitos que se debe cumplir en la definición de procesos industriales para comprender si su implementación es la correcta.

### **1.6.5.2 Para evaluar los procesos industriales automatizados es necesario definir una variable**

En este sentido, con el fin de que los procesos industriales automatizados no se desvíen de su objetivo específico, las actividades esenciales durante los procedimientos pueden ser evaluadas a través de alguna variable identificada durante la definición de procesos industriales que permita constantemente mantener el control de dicho rendimiento. Ahora bien, para trabajar de este modo, es necesario tener una cierta disciplina que permita controlar las desviaciones y corregir las acciones que no guarden relación con los valores establecidos en la etapa de definición de procesos industriales. [18]

## 1.6.6 Características de los procesos industriales

Los procesos industriales tienen su propósito principal, transformar materias primas en un producto final. Durante el proceso de la producción de estos bienes, se tienen diversos procesos, ya que sean reutilizados los materiales, o se convierta energía para producir el producto final.

Aunque hay varios procesos industriales y ninguno es idéntico es importante saber que los principios que aplica en los procesos son semejantes en sus principios. Un proceso puede ser descrito como la secuencia de cambios en una sustancia. La secuencia de cambios puede ocurrir en el aspecto químico, físico o ambos en la composición de una sustancia incluyendo parámetros como el flujo, nivel, presión, temperatura densidad volumen, acidez y gravedad específica, así como muchos otros. También muchos procesos requieren de transferencia de energía. La mezcla de fluidos, el calentamiento o el enfriamiento de sustancias, el bombeo de agua de un lugar a otro, el enlatado de comida, la destilación de gasolina, el pasteurizado de la leche, y convertir la luz solar en energía eléctrica todos pueden ser descritos como procesos. Cuando una sustancia es calentada, su temperatura y su composición puede cambiar. Cuando la luz solar es convertida en electricidad, pueden ocurrir cambios físicos como químicos. [19]

## 1.7 Industria

### 1.7.1 Funcionamiento

Para poder funcionar, la industria necesita materias primas y fuentes de energía para transformarlas. Al mismo tiempo es necesaria la creación de una red de transporte que facilite el traslado de los recursos naturales a las fábricas y la distribución de los productos ya elaborados. [20]

### 1.7.2 Tipos de Industria

- Industria pesada: utiliza fábricas enormes en las que se trabaja con grandes cantidades de materia prima y de energía.
- Siderúrgicas: transforman el hierro en acero.
- Metalúrgicas: trabajan con otros metales diferentes al hierro ya sea cobre, aluminio, etc.
- Cementeras: fabrican cemento y hormigón a partir de las llamadas rocas industriales.
- Químicas de base: producen ácidos, fertilizantes, explosivos, pinturas y otras sustancias.
- Petroquímicas: elabora plásticos y combustibles.
- Industria ligera: transforma materias primas en bruto o semi-elaboradas en productos que se destinan directamente al consumo de las personas y de las empresas de servicios.

## Fundamentación Teórica

- Alimentación: utiliza productos agrícolas, pesqueros y ganaderos para fabricar bebidas, conservas, etc.
- Textil: fabrica tejidos y confecciona ropa a partir de fibras vegetales, como el lino y el algodón, y fibras animales como la lana y sintéticas como el nailon y el poliéster. [20]

Existen disímiles industrias pero hay procesos similares en todas como por ejemplo: [21]

### ❖ Materia Prima:

Las materias primas necesarias para el proceso, deben ser las especificadas por las hojas de operaciones correspondientes, chequeando la procedencia, el estado, la cantidad y la fecha de fabricación / ingreso.

La cantidad debe alcanzar para que el proceso pueda desenvolverse en su totalidad, evitando interrupciones por faltantes. El estado del material es importante para obtener un buen resultado. Se lo verifica en el control de recepción, como así también la fecha de elaboración / ingreso, para evitar los vencimientos y degradaciones en el tiempo. El uso del material sustituto, debe estar convalidado específicamente por la persona cuya función la autorice para esa gestión. Caso contrario debe evitarse su uso, para no originar problemas posteriores al finalizar el proceso, o durante el uso de los productos.

### ❖ Mano de Obra:

Es posiblemente uno de los procesos más importantes. En general cualquier proceso, incluso los de mayor grado de automatización, tienen un componente cuantitativo / cualitativo de mano de obra más o menos especializada. La mano de obra que trabaje en un proceso, debe estar instruida y entrenada en las operaciones, sabiendo diferenciar un producto bueno de uno que no lo es. Deben conocer cómo reaccionar ante una no conformidad, y llevar los registros correspondientes a la operación. Según sea su grado de conocimiento y experiencia, pueden variar desde personal en entrenamiento con fuerte supervisión, a personal con vasta experiencia y suficiente conocimiento como para entrenar a otro operario nuevo.[21]

### ❖ Método de trabajo:

Las operaciones no deben hacerse de cualquier manera, sino que debe haber una forma pautada e indicada en las hojas de operaciones, que lleve a acciones repetitivas, de manera de asegurar la uniformidad en el resultado. El método indica la secuencia de acciones dentro de la operación, y el número de operarios involucrados.[21]

### ❖ Máquinas:

## Fundamentación Teórica

Se deben usar las máquinas y los herramientas especificados en la hoja de procesos. Inicialmente al arrancar el proceso, se debe hacer un chequeo rápido por parte del operario, llamado a veces "Mantenimiento de 1er.nivel", donde se verifica que el equipo esté operable, que no haya ruidos o golpeteos extraños, que no se verifiquen recalentamientos o fugas de fluidos o gaseosos y la limpieza del mismo.

En el caso de problemas, será el encargado del sector quien en definitiva decide si se puede seguir con la operación, o si se debe suspender la misma. En ambos casos deberá elaborar una orden de mantenimiento, para la solución inmediata o mediata del problema.

### ❖ Medio Ambiente:

Muchas veces descuidado el medio ambiente se refiere al orden y la limpieza del sector productivo, y por qué no a la seguridad de los operadores, y al trabajo sostenido en un clima agradable de colaboración y respeto mutuo. La falta de orden y limpieza atenta contra la obtención de buenos productos, favoreciendo la mezcla y la confusión, dificultando los desplazamientos libres y aumentando las ocasiones de accidentes de trabajo. En realidad todo sector productivo debiera asegurarse de este punto, antes de seguir con los demás.

### ❖ Medición:

Se refiere a todo tipo de medición que se hace en el sector. Por ejemplo: cantidad de piezas fabricadas, tiempos estándar de operación, cantidad de piezas conformes y no conformes, mediciones hechas sobre piezas, productividad, cantidad de re-procesos. Una gestión ágil y moderna de un proceso, se hace cuando se conocen sus índices o mediciones. Esto permite hacer correcciones, mejoras, es decir tomar decisiones. Eso sólo se puede hacer, cuando se conocen valores del proceso.[21]

### 1.7.3 Sistemas de control

La mayoría de los sectores industriales emplean Controladores lógicos Programables (PLC) para realizar el control de su sistema productivo. En los últimos años se está asistiendo a importantes avances tecnológicos en estos controladores que son cada vez más demandados para mejorar la fabricación y optimizar el proceso, al tiempo que se reducen los costes. Las aplicaciones presentes y futuras se caracterizan por la integración de los PLC con otros sistemas y dispositivos, precisando, además, que dichos controladores sean lo suficientemente flexibles para ser capaces de adaptar rápidamente las estrategias de control a los cambios que requiera el proceso. Como consecuencia, se requieren sistemas abiertos que se puedan integrar tanto en células de producción como en sistemas computacionales de un nivel superior en la pirámide de automatización. Así mismo, la aplicación de

estándares también tiene un gran impacto en el rápido crecimiento del mercado de la instrumentación y control de procesos industriales. [22]

## 1.7.4 Controladores Lógicos Programables (PLC).

En los sistemas de control modernos la mayor parte de las operaciones desarrolladas por el subsistema de instrumentación local, con excepción de la captación de variables y la manipulación de dispositivos, son efectuadas por un autómata programable, el denominado Controlador Lógico Programable (PLC). [23]

Un PLC es una máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real procesos secuenciales en un medio industrial. Su manejo y programación puede ser realizada por personal electricista, electrónico o de instrumentación sin conocimientos de informática. El PLC realiza funciones lógicas: conversión serie/paralelo, temporizaciones, conteos y otras funciones más potentes como cálculos, regulación, emisión de comandos, etc. El PLC dispone también de facilidades de comunicación para acceder a un subsistema de comunicaciones.

Su uso es extensivo en el control de una gran variedad de procesos industriales de distinta magnitud y su aplicación va desde la automatización de máquinas de fabricación y líneas de ensamblaje en un proceso aislado, hasta aplicaciones que requieran comunicación en red de PLCs, ordenadores y otros dispositivos de control, permitiendo una integración y manejo total de la información en planta.[23]

El potencial de los PLC en el mejoramiento de los procesos industriales se basa fundamentalmente en las siguientes cualidades:

- Alta confiabilidad
- Alta integración
- Simplificación del cableado
- Mayor flexibilidad y funcionalidad en los procesos controlados
- Alta velocidad de respuesta del sistema
- Comunicación en red
- Bajo costo

## 1.7.5 SCADA

La mayoría de las plantas industriales necesita un sistema de supervisión y control para asegurar una operación segura y económica de los procesos que se llevan a cabo. El sistema debe ser capaz de traducir los comandos del operador en las acciones necesarias, así como mostrar el estado de la planta. A estos sistemas se les conoce como SCADA, Supervisory Control And Data Acquisition (en español, Supervisión de control y adquisición de datos). Un sistema SCADA es un software diseñado para el control de la producción, permite obtener y procesar información de procesos industriales dispersos o en lugares remotos inaccesibles, transmitiéndola a un lugar para supervisión, control y procesamiento, normalmente una Sala o Centro de Control. [23]

El sistema más utilizado en la automatización de los procesos industriales es el SCADA, acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Aquellos programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA. Estos sistemas utilizan las tecnologías de comunicación para monitorear y controlar los procesos industriales. Además son partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) recolectando información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente, y presentándola a un operador en una forma amigable, en la pantalla del ordenador. Los SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. [23]

### 1.7.5.1 Funciones principales

Un SCADA debe cumplir tres funciones principales: [24]

- Adquisición de datos para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde el monitor la evolución de las variables del proceso.
- Control para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.), bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.

## 1.7.6 Sistema de Ejecución de Manufactura

Los Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES por sus siglas en inglés Manufacturing Execution System) son una nueva categoría de software industrial que se utiliza en el ámbito fabril. De hecho, no fue sino hasta la década de los noventa en que este término comenzó a utilizarse. Un sistema MES genera toda la información necesaria para optimizar las actividades de manufactura, desde que se genera la orden de producción hasta que el artículo está terminado. El concepto tiene una aceptación muy amplia en todo tipo de procesos de manufactura, sean estos discretos, de bache o continuos, como los que se encuentran en la industria automotriz, electrónica, de alimentos y farmacéutica, entre otras.[25]

### 1.7.6.1 Funcionalidades de un MES

**Asignación de recursos:** Provee la historia detallada de los recursos, tales como máquinas, herramientas, mano de obra, documentos, etcétera; para que éstos se encuentren disponibles y el proceso de manufactura se pueda iniciar.

**Programación de operaciones:** Provee una secuenciación óptima de operaciones, tomando como base las prioridades, atributos y características asociados con las unidades de producción específicas.

**Control de documentos:** Organiza los documentos que deben mantenerse en la unidad de producción, tales como instrucciones de trabajo, recetas, dibujos, procedimientos de operación estándar, avisos de cambios en la ingeniería del producto, etcétera.[25]

**Adquisición y recolección de datos:** Los datos de producción asociados al proceso pueden recolectarse del piso de la planta en forma manual o automática.

**Administración de la mano de obra:** Provee los elementos necesarios para cuantificar y programar la mano de obra directa e indirecta asociada a cada proceso de manufactura.

**Administración de calidad:** Provee análisis de tiempo real de las mediciones críticas en el proceso de manufactura para asegurar que se cumplen las normas de calidad especificadas y en caso de no ser así generar las correcciones correspondientes.[25]

**Administración de procesos:** Vigila los procesos de producción para facilitar al operador tomar decisiones sobre el proceso de manufactura y efectuar correcciones en el mismo.



# Fundamentación Teórica

**Administración del mantenimiento:** Organiza las actividades que aseguren que los equipos y herramientas involucradas en la unidad de producción operen apropiadamente.

**Seguimiento del producto:** Provee los medios para conocer en todo momento el estado en que se encuentra cualquier elemento en particular dentro del proceso de producción. Estos registros generalmente se conservan en registros históricos para su análisis posterior.[25]

**Análisis de rendimiento:** Lleva a cabo un análisis comparativo en los procesos de producción para calcular diferencias de rendimiento en la producción a lo largo del tiempo. El control estadístico de procesos es una herramienta fundamental en esta etapa.[25]

## Conclusiones Parciales

En este capítulo se realizó el marco teórico de la investigación. Se hizo un estudio de las arquitecturas de referencia SOA y de sus capacidades fundamentales. Se caracterizaron las herramientas lo que permitió definir que la suite WSO2 es la que cumple con las condiciones para formar parte de la propuesta de solución. Se realizó un estudio de los procesos industriales, características, definiciones y la situación actual permitiendo esclarecer aspectos fundamentales para aplicar una arquitectura SOA en la industria.

## Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### Introducción

El presente capítulo contiene el desarrollo de la propuesta de referencia SOA para la integración con los procesos industriales; como solución al problema planteado en el diseño teórico de la investigación. En el mismo se abordan los principales elementos que conforman la arquitectura SOA así, como buenas prácticas, herramientas y la arquitectura de referencia consultada para el desarrollo de dicha propuesta.

### 2.1 Mejores Prácticas para la implementación exitosa de una arquitectura SOA en la industria

La arquitectura SOA se deriva de los objetivos de negocio de la industria convirtiéndose en su espina dorsal, por lo que es importante planear su creación. Un factor de éxito muy importante es tomar en cuenta la situación actual de la industria, para crear aquellos elementos SOA que la conformarán. La estandarización técnica y de negocio, acompañada de los objetivos de negocio juega un papel importante en la implementación exitosa de la arquitectura, proporcionando un mejor beneficio para la industria.

Por ello es necesario establecer un conjunto de mejores prácticas, que se muestran a continuación:

- ✓ Crear la arquitectura SOA a partir de los objetivos de la industria.
- ✓ Tomar como punto de partida la situación actual de la industria.
- ✓ Desarrollar la arquitectura con capas bien definidas.
- ✓ Fomentar la reutilización de componentes y creación de patrones.
- ✓ Modelo de Gobierno de la arquitectura SOA.

#### 2.1.1 Crear la arquitectura SOA a partir de los objetivos de la industria

Crear una arquitectura SOA, requiere analizar los objetivos de la industria y su situación actual, para determinar el grado de agilidad, eficiencia y niveles de servicios requeridos. Disponer de una visión y un rumbo claro desde el principio hará mucho más fácil la ejecución de procesos cuya esencia es la integración de múltiples funciones.

## **2.1.2 Tomar como punto de partida la situación actual de la industria**

No es aconsejable adaptar la industria a la arquitectura SOA. La conformación de la arquitectura orientada a servicios debe basarse en la situación actual de la industria, con la finalidad de asegurar su compatibilidad y grado de colaboración con la infraestructura existente. En la industria cada situación es única y demanda funcionalidad específica. Es por esto que, si la tecnología que se va a utilizar no se prueba en ambientes reales, se corre el riesgo de crear una arquitectura inflexible, cara, sin control, y dependiente de algún proveedor.

## **2.1.3 Desarrollar la arquitectura con capas bien definidas**

El desarrollo de la arquitectura, debe orientarse a capas con funcionalidades bien definidas. Esto permitirá crear una arquitectura sólida, estandarizada, que cumpla con las necesidades de la industria para adoptar una estrategia evolutiva, proporcionando escalabilidad, complejidad y capacidad de procesamiento.

## **2.1.4 Fomentar la reutilización de componentes y creación de patrones**

Es necesario fomentar la reutilización de elementos tecnológicos, para obtener un mejor retorno de la inversión y nuevas funcionalidades con un menor esfuerzo. Esto se logra a través de un repositorio donde se almacenan e identifican los servicios implementados; y se actualiza el directorio (reportes de uso de cada servicio). Todo esto se logra de manera ordenada, estandarizada y fielmente documentada. También es necesaria la creación de patrones de diseño, que permitan de manera estructurada resolver diferentes situaciones en la industria.

## **2.1.5 Modelo de Gobierno de la arquitectura SOA**

Construir una arquitectura SOA requiere de un enfoque sistémico, tanto técnico como de negocio, basado en una planeación estratégica que permita alinear la industria hacia un solo fin. Para alcanzar esta alineación, es necesario un modelo de gobierno SOA que se enfoque en resolver, gestionar, y unificar los esfuerzos mediante prácticas de colaboración entre los diferentes actores de la industria. Estas prácticas incluyen esquemas de toma de decisiones, seguimiento de la toma de decisiones, creación de estándares corporativos, análisis de impacto, interdependencias, metodologías y políticas. El modelo de gobierno se centra en la flexibilidad que pueda proporcionar la tecnología en beneficio de la industria, para permitir una adaptación rápida al cambio, alto grado de colaboración, y reuso de la

# Propuesta de Solución

inversión existente. El modelo de gobierno puede contar con miembros permanentes o temporales, dependiendo de los objetivos que se estén resolviendo.

## 2.2 Arquitectura de referencia para el diseño de la propuesta de solución

La arquitectura de referencia para el diseño de la propuesta de solución consultada fue la del Grupo Gartner, porque es la más comprensible y la que más se adapta a la industria. Además esta empresa cuenta con un alto prestigio a nivel internacional.

## 2.3 Descripción de la Propuesta de Solución

**2.3.1 Capa de Acceso a Datos:** Esta capa es la encargada de gestionar el almacenamiento de los datos de la industria. Contiene toda la lógica de acceso, ya sea consultas y procedimientos, dejando a la base de datos como simple almacén de datos sin ninguna lógica. Uno de los elementos que conforman esta capa es la utilización de los activos que se encuentran en los sistemas legados a través de la virtualización de recursos como servicios web. Esta capa interactúa con la capa de servicios, recibe sus solicitudes de recuperación de información, y envía la respuesta a las peticiones. Tiene además la responsabilidad de mantener los datos y de asegurar la integridad de los mismos. A continuación se muestran algunos de los sistemas que pueden existir en la industria:

- Sistema de gestión de la cadena de suministros (SCM, Supply Chain Management), incluye todas las actividades asociadas, desde la obtención de materiales para la transformación del producto, hasta su colocación en el mercado.
- Sistema de gestión de relaciones con el cliente (CRM, Customer Relationship Management), son herramientas de ayuda que permiten la venta de determinado producto, y la planificación adecuada de las gestiones de marketing con los clientes.
- Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de datos (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition), se trata de un software de aplicación especialmente diseñado para controlar la producción de los procesos industriales, a través de la pantalla del ordenador de forma automática.
- Sistema de gestión de información (ERP, Enterprise Resources Planning), es un paquete de software compuesto de varios módulos, tales como:

**Gestión Financiera:** relación con entidades bancarias y provisiones de fondos. Gestiona los cobros y pagos, y se encarga de los movimientos de dinero.

# Propuesta de Solución

**Gestión de Ventas:** organización y realización de las ventas, estudio de mercados, estrategias de comercialización y publicidad.

**Gestión de Compras:** aprovisionamiento, compras, almacenamiento de materias primas y de productos fabricados.

**Gestión de la Producción:** transformación de materias y productos, para la fabricación del producto final.

**Gestión de Recursos Humanos:** puestos de trabajo, selección, contratación, formación, elaboración, pago de nóminas, y relación con los trabajadores.

BD\_SCADA: base de datos que contiene toda la información que se genera en el sistema SCADA.

BD\_Industria: base de datos que almacena toda la información de la industria. Entre ellas se encuentran, las bases de datos del ERP, CRM, SCM.

Entre los elementos de esta capa se encuentran:

- ✓ Componentes de acceso a datos:
  - Clases Java para acceso a datos: encapsulan los datos que se compartirán entre aplicaciones para tener control sobre cómo se accede a la información.
  - Consultas a bases de datos: permiten eliminar, modificar e insertar datos contenidos en las tablas de las bases de datos a las que accede la aplicación.

**2.3.2 Capa de Servicios:** Esta capa contiene todos los servicios desarrollados que realizan las operaciones y transacciones de negocio de la industria. Presenta un contenedor lógico donde se ubican los servicios compartidos que podrán ser accedidos por los sistemas de la industria que necesiten información. Estos servicios incluyen tanto lógica de negocios como manejo de datos, relevantes a la solución del problema para el cual fueron diseñados. Un servicio funciona como una aplicación independiente, teniendo sus propias reglas de negocio, datos, procedimientos de administración y operación, políticas de escalabilidad, seguridad, tolerancia a fallos, manejo de excepciones y configuración. Expone toda su funcionalidad utilizando una interfaz basada en mensajes, por lo que la comunicación con el servicio, es realizada mediante mensajes y no llamadas a métodos. Estos mensajes deben contener o referenciar toda la información necesaria para ser entendidos. Esta capa interactúa con la de datos, para solicitar al gestor de base de datos almacenar u

# Propuesta de Solución

obtener datos de él. Es responsable de los contratos establecidos en la industria, además de cerciorarse que la realización del servicio sea fiel a la descripción publicada. Los servicios son transparentes de su localización en la red, de esta manera garantizan escalabilidad y tolerancia a fallos.

Entre los elementos de esta capa se encuentran:

- ✓ Componentes de interfaz de servicios: Aquí se encuentran las interfaces que actúan como una fachada de la implementación del servicio. En cada interfaz se define una especificación; que contiene una descripción de la funcionalidad abstracta que ofrece el servicio para que las aplicaciones puedan consumir datos de ellos.
- ✓ Componentes de implementación de servicios: Contiene los componentes de software que proporcionan la implementación los servicios. Encapsulan las modificaciones requeridas de determinados servicios, con el objetivo de que no se produzca un impacto en los consumidores.

## 2.3.2.1 Tipos de servicios

Los servicios se clasifican teniendo en cuenta determinadas características que tienen distinto significado desde el punto de vista del diseño e implementación. Estas características son significativamente distintas en cuanto a reusabilidad, mantenibilidad, escalabilidad y rendimiento de los servicios. A continuación se describe la clasificación indicando las características que tiene cada tipo de servicios.

**Servicios controladores:** son los encargados de recibir las peticiones de los clientes y realizar las llamadas necesarias a otros servicios para devolver una respuesta (ejemplo: los procesos de negocio que se van a implementar que pueden estar centrados en datos o en lógica y encapsulan funcionalidades como cálculos complejos y reglas complejas de negocio).

**Servicios de negocio:** son los servicios responsables de expresar la lógica de negocio, representar una tarea del negocio y formar parte de un proceso de negocio. Un servicio de negocio es un componente reutilizable de software, con significado funcional completo, y que está compuesto por:

- Contrato: especificación de la finalidad, funcionalidad, forma de uso y restricciones del servicio.
- Interfaz: mecanismo de exposición del servicio a los usuarios.
- Implementación: debe contener la lógica o el acceso a datos.

Por ejemplo:

- ✓ Servicio Facturación.

# Propuesta de Solución

- ✓ Servicios CRM.
- ✓ Servicios SCM.
- ✓ Servicios ERP.
- ✓ Servicios de Recursos Humanos.

Servicios tecnológicos: son los encargados de encapsular una determinada tecnología y por tanto altamente reutilizables (ejemplo: servicio de acceso a bases de datos).

Servicios de presentación: componentes funcionales cuya presentación se visualiza en una ventana. Representan la parte visible del proceso de negocio para el usuario final, por lo que deben permitir a los usuarios encontrar y completar elementos de trabajo de forma rápida así como posibilitar la gestión para ver y controlar las actividades y artefactos generados.

Servicios de orquestación: Los servicios de orquestación consisten en servicios de proceso, compuestos por servicios de negocio y servicios de aplicación, coordinados mediante reglas de negocio y secuencias de ejecución.

Servicios públicos: servicios accesibles por terceros (fuera de la organización).

Servicios intermediarios: servicios adaptadores, fachadas, etcétera. Suelen ser servicios sin estado.

**2.3.3 Capa de Integración:** Esta capa facilita la interoperabilidad, porque ofrece el eje central de comunicación a nivel industrial necesario para soportar las interacciones entre las aplicaciones de la industria, que se basan en estándares mejorados de mensajería XML y servicios web. Esto permite que las interacciones entre áreas, unidades de negocio, e incluso con socios de negocios se definan en términos industriales concretos y sólidos. Para la implementación de esta capa de integración, se utiliza el bus de servicios empresariales, más conocido como Enterprise Service Bus (ESB), el cual es una plataforma basada en estándares que combina mensajería, servicios web, transformación de datos, enrutamiento inteligente y actúa como intermediario en la comunicación de un número significativo de aplicaciones de la industria. El ESB se encargaría de reducir drásticamente el tiempo de implementación, al dar soporte a los métodos y mecanismos estándares para desarrollar e interconectar aplicaciones en la industria, tales como WSDL y SOAP. Incluye la capacidad de configurar, registrar y administrar servicios que se distribuyen a través de la industria de manera centralizada. Proporcionaría una óptima flexibilidad y permitiría la administración y escalabilidad de los servicios a nivel independiente, con el fin de alcanzar una mayor eficiencia operativa en la industria.

## Propuesta de Solución

Además automatizaría el enrutamiento de las transacciones industriales en base a contenidos de documento y a reglas industriales XML. Podrían adaptarse y absorber cambios significativos sobre detalles de implementación de aplicaciones determinadas. El Bus se encargaría de transportar mensajes entre el motor de procesos y los servicios de los que dispone la industria. Requiere una infraestructura sólida que ofrece seguridad total de que los mensajes sean entregados siempre, independientemente de los problemas que puedan afectar a un servicio determinado. Debe ser totalmente moni-toreable porque se convierte en la columna vertebral de todos los sistemas de la industria. Entre los elementos de esta capa se encuentran:

- ✓ Componente de Transparencia de ubicación: Permite a los consumidores acceder a servicios a través de los ficheros de configuración, los cuales pueden ser actualizados constantemente ante cualquier movimiento o reemplazo de los servicios sin necesidad de modificar los códigos de las aplicaciones.
- ✓ Componente de Conversión de protocolos de transporte: Se utiliza cuando hay diferencias en los protocolos de transporte, por lo que es necesario realizar una conversión entre estos para lograr una comunicación exitosa entre ambas partes.
- ✓ Componente de Transformación de mensajes: Generalmente ocurre que el formato de los mensajes de entrada de los servicios no coincide exactamente con el formato esperado por los consumidores de los mismos. Para transformar un mensaje desde el origen hasta el formato de destino se utiliza el lenguaje XSLT, de manera tal que la solicitud llegue al proveedor como este la requiera.
- ✓ Componente de Enrutamiento de mensajes: Los datos se pasan entre los sistemas conectados al bus utilizando mensajes. La coordinación de mensajes se realiza mediante el enrutamiento basado en itinerarios. Un itinerario de un mensaje es un metadato que viaja junto al mensaje y proporciona la lista de direcciones siguientes a alcanzar por el mensaje. El itinerario es un conjunto de instrucciones que le dice al framework de ejecución del ESB a qué sistemas se tiene que enviar el mensaje y este viaja de sistema a sistema a través del bus.

**2.3.4 Capa de Negocio:** Se encarga de la Gestión de Procesos de Negocio (BPM), que consiste en definir, ejecutar y optimizar los procesos de negocio de la industria. Aquí se llevan a cabo las actividades que tienen como objetivo el análisis, diseño, y monitorización de los procesos de negocio. Se implementan todas las reglas del negocio: se ejecutan cálculos sobre los datos de entrada, se



## Propuesta de Solución

realiza la mayor parte del procesamiento de la información de dominio de la aplicación y se valida la información proveniente de la capa de presentación. También incluye el flujo de intercambio de información entre los participantes (usuarios individuales y entidades industriales), los recursos y procesos en una variedad de formas para lograr el objetivo de negocio de la industria.

Entre los componentes de esta capa se encuentran:

- ✓ Componentes lógicos de flujos de trabajo: Contienen clases java para flujos de trabajo que se encargan de ejecutar las tareas propias del sistema. En ellas se realizan cálculos, se validan y convierten al formato correcto los datos provenientes de la capa de presentación.
- ✓ Componentes lógicos de flujos de procesos: Posee un motor de orquestación que contiene la lógica de la secuencia en que los servicios deben ser invocados y ejecutados. Además se encarga de separar los servicios web de la lógica de procesos, posibilitando el manejo de todo el flujo del proceso.

**2.3.5 Capa de Presentación:** La capa de presentación de aplicaciones compuestas está orientada a mejorar la productividad del usuario y el crecimiento de la industria ya que posibilita integrar en una interfaz procesos y servicios. Se encarga además de la gestión de los datos de entrada y salida mediante las interfaces de usuario, que van a permitir la interacción del sistema con los usuarios potenciales. Después de interactuar con la capa inferior brinda los resultados de las peticiones a los clientes. Las aplicaciones compuestas, están implementadas usando componentes reutilizables (portales, y servicios), para lo cual se utiliza la tecnología de portales. En esta capa se encuentran los trabajadores de la industria, que pueden utilizar distintas tecnologías para acceder a la aplicación. Entre los elementos de esta capa se encuentran:

- ✓ Componentes de interfaz de usuario: Estos contienen elementos de formularios, contenedores de textos que posibilitan capturar cadenas de caracteres insertadas por el usuario, elementos de navegación y organizadores visuales que distribuyen en la interfaz gráfica los restantes componentes de presentación al usuario.
- ✓ Componentes de proceso de interfaz de usuario: representan la plantilla de presentación de la industria, por ejemplo, una pantalla que el usuario ve, una secuencia de cómo se procesan los datos y una referencia a objetos externos utilizados (cuales son los recursos que son invocados).

## Propuesta de Solución

**2.3.6 Capa de Gobierno:** Se representa de forma transversal ya que contiene información de todas las capas que conforman la arquitectura. Tiene como objetivo fundamental garantizar la alineación de los servicios con los procesos de negocio, desde el momento de su planificación hasta que son accedidos por aplicaciones de la industria. Proporciona las capacidades necesarias para monitorizar, gestionar y mantener las propiedades de calidad de servicio (seguridad, ejecución y disponibilidad). El entorno de gobierno no tiene solo que ver con el tiempo de ejecución, ni en cómo están funcionando los servicios web, tiene que ver también con el tiempo de diseño, para establecer y definir políticas que digan cuales son los pasos, las tareas y las descripciones mínimas que tienen que llevar los servicios. Se encarga, además, de la gestión del ciclo de vida y rendimiento de los servicios, garantizando el valor del negocio y el crecimiento de la industria. Entre los elementos de esta capa se encuentran:

**Registro y Repositorio:** Es el elemento fundamental para aumentar la productividad e introducir flexibilidad, en todo el ciclo de desarrollo de las soluciones de la industria. Contiene la definición o descripción de procesos a través del estándar XPDL, que permite la trazabilidad, para que cuando haya un cambio en un servicio este sea capaz de hacer un análisis de impacto sobre las distintas soluciones que se soportan sobre ese servicio web.

El repositorio es la base de datos que rastrea cada servicio dentro de SOA y el registro es el catálogo de servicios web disponibles, que pueden consultar los desarrolladores en tiempo de diseño o las aplicaciones en tiempo de ejecución.

**Monitorización:** Se encarga de monitorear el funcionamiento de las aplicaciones de la industria, para determinar los fallos o carencias que presenta, y ofrecer una remodelación de los diseños iniciales. El cumplimiento de los niveles establecidos permitirá ver que se está haciendo bien y que se está haciendo mal, para finalizar el ciclo de vida y aseguramiento de la calidad.

**Seguridad:** Se requiere para poder definir políticas de acceso unificado. Maneja los problemas ocurridos en tiempo de ejecución ya que no permite al usuario interactuar directamente con los errores del sistema. Se encarga de controlar la autenticación, evitando el acceso a la aplicación de personal no autorizado, mediante la inserción de contraseña. Es responsable de la autorización, porque restringe a las personas autenticadas en el sistema, el acceso a la información y a determinados escenarios de la industria.

**Políticas:** Se aplican a lo largo de todo el ciclo de vida de los servicios, y se dividen en dos categorías:

- Políticas de gobierno durante el diseño: Garantizan que los elementos de SOA se adapten a los requisitos de diseño fijados en el esquema global de la industria.

## Propuesta de Solución

- Políticas de gobierno durante la ejecución: Garantizan que los servicios de SOA cumplan, durante la fase de ejecución, los requisitos negociados entre el proveedor y el consumidor de servicios.

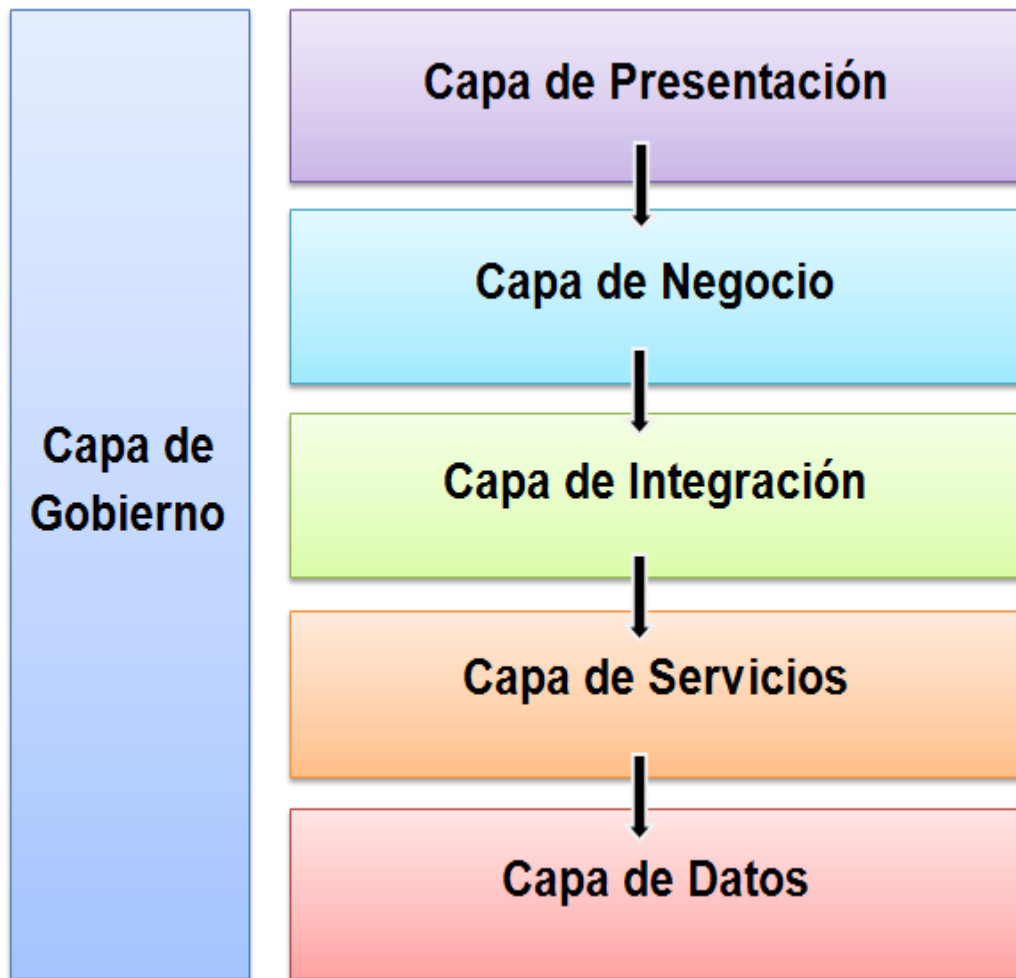


Figura 5: Diagrama general de la propuesta arquitectónica.

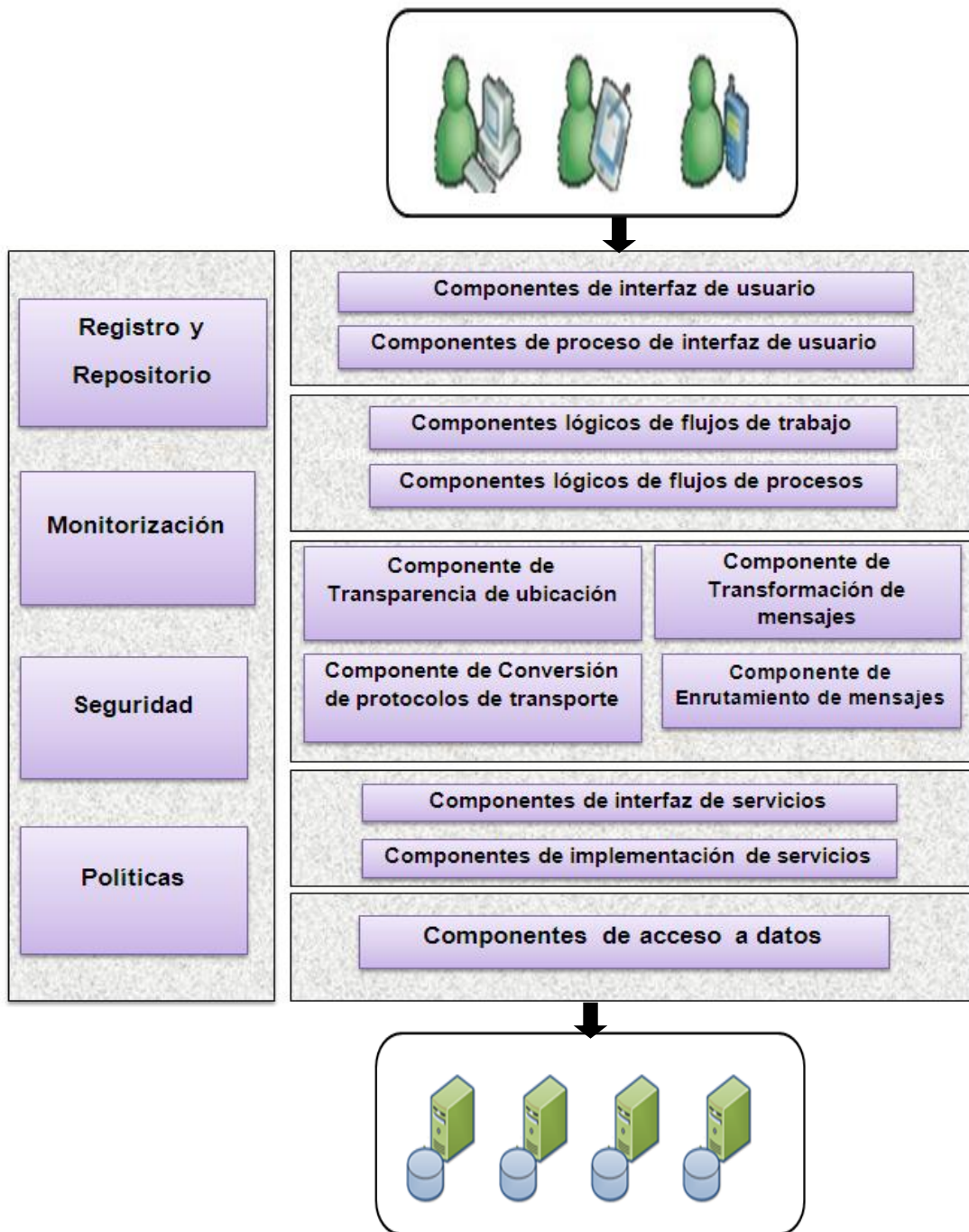


Figura 6: Diagrama específico de la propuesta arquitectónica.

## 2.4 Tecnologías utilizadas

Para el desarrollo de la propuesta se utilizará la suite de herramientas bajo licencia apache v2.0 utilizada en el centro CDAE que proporciona la empresa WSO2. La suite de herramientas es bastante notable por el abanico de funcionalidades que provee y por su facilidad de uso. Open Source WSO2 es la empresa de código abierto para Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) fundada por los pioneros

## Propuesta de Solución

de la Fundación Apache Software comunidad de servicios Web. La compañía fue fundada en el 2005 por conocidos líderes en XML, tecnologías y estándares para el desarrollo de servicios web y en el mundo del código abierto. Toda su plataforma de productos se encuentra desarrollada 100% bajo el paradigma de código abierto y usando la licencia Apache v2.0. Presenta un modelo de negocio basado en un completo soporte y mantenimiento de todos sus productos. Es considerada una corporación global con oficinas en EE.UU, Inglaterra y en Sri Lanka. Posee más de 100 empleados y este número sigue en aumento en la actualidad. [26]

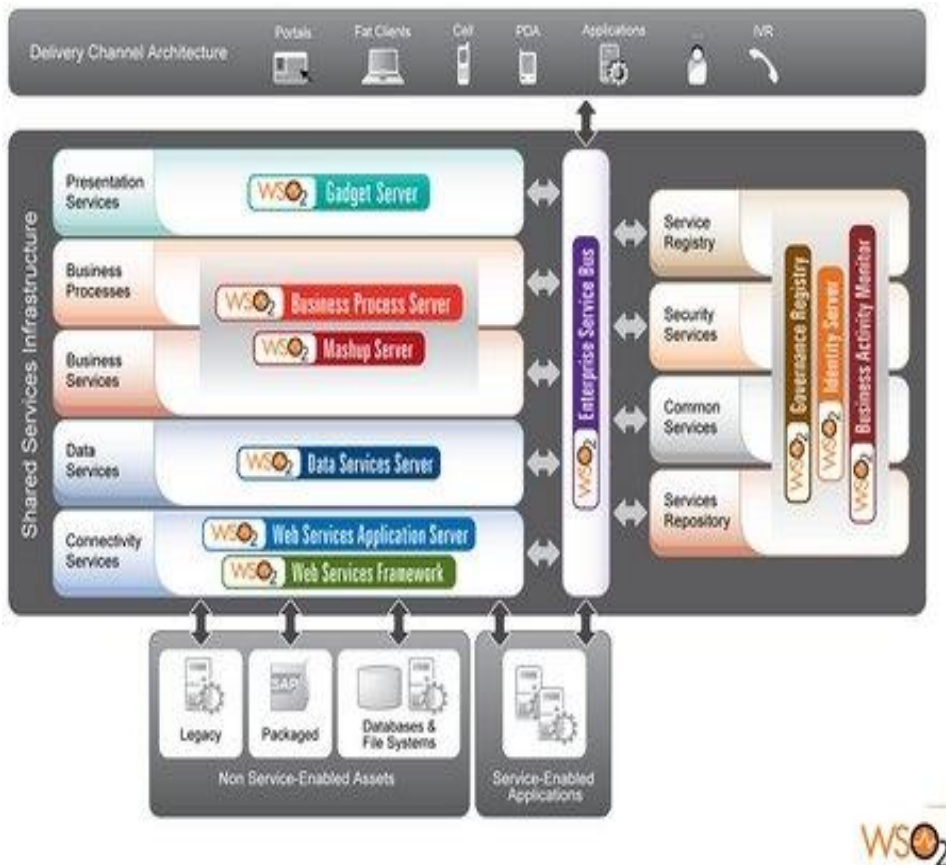


Figura 7: Suite WS02.

**WSO2 Enterprise Service Bus (ESB) :** Herramienta que permite el control de las comunicaciones entre servicios web al canalizar todo el flujo de mensajes y permitir realizar tareas como enrutamiento dinámico o estático, restricciones de acceso mediante diversos escenarios de seguridad diseñados a partir del uso de servicios proxy, balanceo de carga basado en contenido, transformaciones y enriquecimiento de mensajes, y comunicación con distintas plataforma mediante conectores por

## Propuesta de Solución

defecto o desarrollados a la medida. Incluye facilidades para el manejo de colas en ambientes asíncronos usando JMS.[26]

**Servidor de Aplicaciones Web Service (AS):** El Web Service Application Server o AS, es una herramienta para el almacenamiento de servicios desarrollados bajo diferentes frameworks de desarrollo como Axis, Axis2, JAX-WS, Servicios Spring y JAR. Brinda amplias funcionalidades en materia de configuración de los servicios, generando los WSDL de los mismos, así como permitiendo la realización de pruebas funcionales, soporta la validación del cumplimiento de WS-I para verificar la interoperabilidad de los servicios desplegados. Además permite adoptar mecanismos de restricción de acceso a servicios a través de filtros por direcciones IP o por subredes y dominios. Permite además la exposición de EJB como servicios así como un completo cumplimiento con los estándares WS-\*. Posee una interfaz gráfica sumamente amigable como el resto de los productos de WSO2 que permite una fácil clusterización de la herramienta; así como integración con un IDE de desarrollo, en este caso el Eclipse.[26]

**Registro de Gobierno (GReg):** Herramienta que permite el almacenamiento de toda la meta información de cada uno de los artefactos usados en el desarrollo de una arquitectura orientada a servicios o SOA. Permite almacenar descripciones de servicios, esquemas XML de las estructuras de datos a usar, y Políticas tanto de diseño como de seguridad. Esta información está sometida a políticas de control de cambio y en el caso de los servicios a la gestión de su ciclo de vida. Además permite realizar búsquedas personalizadas en función de las características, o propiedades, de la información almacenada por la herramienta a través de servicios web o mediante comunicación directa con otras herramientas de la misma empresa.

**Servidor de Seguridad (IS):** Herramienta de gestión de la seguridad en la comunicación entre los servicios web. Provee gestión de identidades a partir del acceso a servidores de LDAP para extraer información de usuarios, así como a través del uso de servicios de token de seguridad para su utilización en diversos escenarios de conversación segura entre servicios. Es una herramienta de fácil utilización para la implementación de los servicios de seguridad de autenticación y autorización, tanto de grano grueso como de grano fino, o sea que permite autorización a nivel de código o autorización basada en políticas previamente definidas y almacenadas. Incluye funcionalidades vinculadas a las arquitecturas SAML y XACML para exponer servicios de seguridad de: [26]

- Autenticación.
- Autorización.
- Gestión de Auditorias.

# Propuesta de Solución

- Confianza.
- Integridad de la información.

**Monitor de actividad del Negocio (BAM, o Business Activity Monitoring):** Herramienta que permite el monitoreo en tiempo real de los servidores y servicios desplegados en la infraestructura de herramientas de WSO2. Brinda a través de variados gráficos estadísticos toda la información necesaria para controlar el funcionamiento de los recursos. Provee reportes en diversos formatos para su presentación final.

**Servidor de Procesos de Negocio:** Herramienta que permite la automatización de procesos de negocio usando BPEL como lenguaje para establecer la comunicación entre servicios web basados en especificaciones del modelado de procesos. Actualmente se encuentra bajo una fuerte evolución para el soporte de procesos con interacción con humanos y un ambiente grafico para el modelado de los mismos usando BPMN junto con BPEL4People.[26]

**Servidor de Servicios de Datos (DSS):** Herramienta para el desarrollo de servicios de acceso a datos con aporte de características de seguridad y rendimiento proporcionadas por la misma herramienta. Permite el acceso de forma fácil a diferentes tipos de fuentes de datos, SGBD y ficheros del sistema, exponiendo y combinando información contenida en dichas fuentes, como servicios web que pueden ser consumidos a través de la red de forma interoperable y segura. Genera un tipo de servicio web propio de la herramienta y que puede ser desplegado en el AS.

**Servidor de reglas de negocio:** Es un servidor de reglas de negocio que utiliza la arquitectura SOA para ofrecer el servicio a los clientes. Separa completamente la lógica de negocio del código de infraestructura. WSO2 servidor de reglas de negocio permite encapsular las reglas de negocio en un dialecto más sencillo, más cercano al lenguaje de los analistas de negocio. Este dialecto más accesible asegura que la tecnología directamente responde a las necesidades de la empresa de negocios.[26]

**WSO2 Gadget servidor:** Es un portal de información de la empresa, proporcionando un marco construido en la parte superior de la especificación de gadget de Google, que ayuda a las empresas a organizar la información en su SOA a través de las fronteras organizacionales.

**Eclipse:** Es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma que facilita enormemente las tareas de edición, compilación y ejecución de programas durante su fase de desarrollo. Tiene incorporado un explorador de servicios web, donde se pueden invocar, ejecutar y

## Propuesta de Solución

probar los servicios, además de navegar entre los distintos servicios publicados y sus métodos. Facilita la conversión de clases donde se encuentran implementadas las funciones de los servicios web lo cual ayuda en gran medida como guía a los desarrolladores.[27]

**Hibernate:** Es una herramienta para la plataforma Java que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) que permiten establecer estas relaciones. Permite diseñar objetos persistentes que podrán incluir polimorfismo, relaciones, colecciones, y gran número de tipos de datos. Soporta todos los sistemas gestores de bases de datos SQL y se integra de manera elegante y sin restricciones con los más populares servidores de aplicaciones J2EE y contenedores web, y por supuesto también puede utilizarse en aplicaciones de escritorio. Proporciona persistencia de una manera transparente para el desarrollador. [28]

**Spring:** Es un framework de aplicación de código abierto que ayuda a hacer el desarrollo en J2EE mucho más fácil. Ayuda a estructurar aplicaciones completas de una manera consistente y productiva para crear arquitecturas coherentes. Es el más popular y ambicioso de todos los framework de peso ligero. Además está diseñado para facilitar una flexibilidad arquitectónica. Independiza la configuración de la aplicación del servidor en que se encuentre y evita tener que configurar recursos en cada uno de los servidores donde se despliegue.[28]

**PostgreSQL:** Está considerado ampliamente como el sistema gestor de bases de datos de código abierto más avanzado en el mundo. Ofrece muchas ventajas respecto a otros sistemas de bases de datos: [29]

**Instalación ilimitada:** Con la instalación de PostgreSQL no puede ser demandado por incumplir o violar acuerdos de licencia, puesto que no hay costo asociado a la licencia del software. Esto tiene varias ventajas adicionales: modelos de negocios más rentables con instalaciones a gran escala. No existe la posibilidad de ser auditado para verificar cumplimiento de licencia en ningún momento. Flexibilidad para hacer investigación y desarrollo sin necesidad de incurrir en costos adicionales de licenciamiento.

**Ahorros en costos de operación:** Ha sido diseñado y creado para tener un mantenimiento y ajuste mucho menor que los productos de los proveedores comerciales, conservando todas las características, estabilidad y rendimiento. **Estabilidad y confiabilidad legendarias:** En contraste a muchos sistemas de bases de datos comerciales, es extremadamente común que compañías reporten que PostgreSQL nunca ha presentado caídas en varios años de operación de alta actividad. Ni una sola vez. Simplemente funciona. [29]



# Propuesta de Solución

Extensible: El código fuente está disponible para todos sin costo. Si algún equipo necesita extender o personalizar PostgreSQL de alguna manera, puede hacerlo con un mínimo esfuerzo, sin costos adicionales. Esto es complementado por la comunidad de profesionales y entusiastas de PostgreSQL alrededor del mundo que también extienden PostgreSQL todos los días.

Multiplataforma: PostgreSQL está disponible en casi cualquier Unix (34 plataformas en la última versión estable), Incluso para Windows. [29]

## 2.5 Estándares usados en SOA

WSDL: Web Service Description Language, en español (lenguaje de descripción de los servicios web). Es una descripción basada en XML de los requisitos funcionales necesarios para establecer una comunicación con los servicios web.[30]

SOAP: Single Object Access Protocol, en español (Un solo objeto del Protocolo de Acceso). Define como dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.

XML: Formato estándar para los datos que se van a intercambiar.

WS-Security: Protocolo de seguridad aceptado como estándar por OASIS. Garantiza la autenticación de los actores y la confidencialidad de los mensajes enviados.[30]

FTP: El Protocolo de Transferencia de Archivos (File Transfer Protocol) permite que un archivo de un sistema se copie a otro sistema. No es necesario que el usuario se registre como usuario completo en la máquina a la que desea tener acceso, como en el caso de Telnet, en vez de ello se puede valer del programa FTP para lograr el acceso.

SMTP: El Protocolo Simple de Transferencia de Correo (Simple Mail Transfer Protocol) se utiliza para transferir correo electrónico. Transparente para el usuario, SMTP conecta distintas máquinas y transfiere mensajes de correo, de una manera similar a como FTP transfiere archivos.

Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP): Es el protocolo más utilizado en Internet. El propósito del protocolo HTTP es permitir la transferencia de archivos (principalmente, en formato HTML) entre un navegador (el cliente) y un servidor web (denominado, entre otros, HTTP en equipos UNIX) localizado mediante una cadena de caracteres denominada dirección URL.[30]

## 2.6 Requerimientos de una plataforma para Implementar SOA

- ❖ Definición de servicios independiente de su implementación, localización o uso.

## Propuesta de Solución

- ❖ Implementación y alojamiento de servicios como proveedor.
- ❖ Localización y uso de servicios como consumidor.[31]
- ❖ Ensamble de servicios desde otros servicios y reglas de negocio.
- ❖ Soporte para servicios sincrónicos, asincrónicos y de comunicación.
- ❖ Orquestación de la presentación sobre servicios y reglas.
- ❖ Soporte para múltiples formas de interacción (tales como portales, correo electrónico, red inalámbrica, etc.).
- ❖ Transformación automática de datos entre estructuras de datos dispares.
- ❖ Provisión de servicios locales y remotos.
- ❖ Soporte para simular, y testear servicios. [31]

### Conclusiones Parciales

Durante el desarrollo de este capítulo se presenta la propuesta de solución de la investigación. Se muestran un conjunto de mejores prácticas que hay que tener en cuenta a la hora de implantar una arquitectura en la industria. Se describen cada una de las capas, las herramientas y estándares propuestos para la arquitectura de referencia y los requerimientos de una plataforma para implementar SOA.

# Validación de la propuesta de solución

## Capítulo 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### Introducción

Con el objetivo de validar la propuesta de diseño de la arquitectura de referencia SOA para los procesos industriales definida en el capítulo anterior, se emplea el método Delphi, se realiza una descripción del mismo así como un análisis de los resultados obtenidos luego de su ejecución.

### 3.1 Descripción del método Delphi

El método Delphi consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas. De aquí que este método también se conozca con el nombre de Criterio de Expertos. Es uno de los métodos subjetivos de pronóstico más confiable (siempre que se aplique siguiendo las indicaciones correspondientes) y constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, mediante la elaboración estadística de las opiniones de los expertos en el tema de que se trate. El método posee las siguientes características principales: [32]

1. Anonimato: los expertos contestan las preguntas sin consultarse mutuamente (por lo que es recomendable que ellos no conozcan entre sí que están opinando sobre un mismo tema).
2. Retroalimentación controlada: después de cada ronda de preguntas, se tabulan las respuestas y se procesan antes de la siguiente ronda, para que los participantes puedan evaluar los resultados de la ronda anterior, así como las razones dadas para cada respuesta y su dispersión del promedio (esto permite que aumente el acuerdo al transcurrir varias rondas del proceso). [32]
3. Respuesta estadística del grupo: el procesamiento de cada ronda se realiza con métodos estadísticos. Esta es la característica más importante que diferencia a este método de otros subjetivos.

### 3.2 Aplicación del método Delphi

En la aplicación del método Delphi el primer paso es la selección de un grupo de expertos a los cuales se le aplica una encuesta de autoevaluación para medir, a partir de los resultados obtenidos, el grado de conocimiento que el encuestado posee relacionado con el tema desarrollado; a través del Cálculo del coeficiente de competencia que define el método Delphi.[33]

# Validación de la propuesta de solución

## 3.2.1 Proceso de selección de expertos

Entiéndase por experto a la persona, grupo de personas u organización con conocimientos amplios o aptitudes en un área particular del conocimiento, capaces de valorar, formular conclusiones objetivas y dar recomendaciones acerca del problema en cuestión.

Los expertos se seleccionaron teniendo en cuenta los criterios siguientes:[34]

- Graduado de nivel superior.
- Un año de experiencia como mínimo.
- Vinculación al desarrollo o investigación de productos informáticos.
- Conocimientos acerca de las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA).
- Conocimientos y habilidades en la utilización de herramientas que conforman una Infraestructura SOA.
- Prestigio en el colectivo de trabajo.

Una vez conocidos los requisitos a cumplir por los expertos, se realiza una encuesta de autoevaluación para medir el grado de conocimiento de cada uno, con el objetivo de seleccionar los que conozcan más del tema que se está investigando. La encuesta se aplicó a once posibles expertos dentro de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), de los cuales, ocho respondieron afirmativamente para colaborar con la investigación y formar parte de la validación. A continuación se muestra la encuesta aplicada.

### Encuesta de Autovaloración

Compañero(a) la presente encuesta forma parte de la aplicación del Método de valoración de expertos. Con este fin se solicita su valiosa colaboración para validar la propuesta de arquitectura de referencia SOA para los procesos industriales. Por tal motivo es necesario conocer sus conocimientos sobre las Arquitecturas Orientadas a Servicios, los cuales se recopilarán a través de las siguientes preguntas.

1. Datos generales:

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

## Validación de la propuesta de solución

Centro de Trabajo: \_\_\_\_\_

Cargo que desempeña: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_ Años de experiencia: \_\_\_\_\_

Calificación profesional:

Ingeniero \_\_\_\_\_ Licenciado en Educación \_\_\_\_\_ Máster \_\_\_\_\_ Doctor \_\_\_\_\_

Categoría docente:

Prof. Instructor \_\_\_\_\_ Prof. Asistente \_\_\_\_\_ Prof. Auxiliar \_\_\_\_\_ Prof. Titular \_\_\_\_\_

1. Marque con una cruz (X) el grado de conocimiento que usted tiene sobre la temática que se investiga:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

2. Marque con una cruz (X) las fuentes que le han servido para argumentar el conocimiento que tiene usted de la temática que se investiga.

| No. | Fuentes de argumentación        | Grado de influencia |       |      |
|-----|---------------------------------|---------------------|-------|------|
|     |                                 | Alto                | Medio | Bajo |
| 1   | Análisis realizado por usted    |                     |       |      |
| 2   | Experiencia                     |                     |       |      |
| 3   | Trabajos de autores nacionales  |                     |       |      |
| 4   | Trabajos de autores extranjeros |                     |       |      |
| 5   | Su propio conocimiento del tema |                     |       |      |
| 6   | Su intuición                    |                     |       |      |
|     | Totales                         |                     |       |      |

### 3.2.2 Cálculo del Coeficiente de Competencia

A partir de los resultados de la encuesta se puede obtener el nivel de conocimiento que posee el experto a través del cálculo del coeficiente de competencia que define el método Delphi.

El objetivo de calcular el coeficiente de competencia es demostrar si el nivel de conocimiento que poseen los expertos así como las fuentes de argumentación son las adecuadas, de manera tal que garantice la confiabilidad en los resultados. No existe una norma generalizada del número óptimo de expertos a seleccionar, por lo que utilizar un número de expertos entre siete y treinta es la mejor opción.

## Validación de la propuesta de solución

La selección de los expertos se hace de acuerdo a la valoración de sus competencias, para esto es necesario calcular el coeficiente de competencia que se calcula mediante la fórmula:  $K = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$ , donde  $Kc$  es el coeficiente de conocimientos y  $Ka$  el coeficiente de argumentación. El coeficiente de conocimientos es la información que posee la persona acerca del problema (sobre la base de su autovaloración); sus valores están en una escala de cero a diez, que para ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplica por 0.1, el cero indica que la persona no posee absolutamente ningún conocimiento de la problemática en estudio, mientras que el diez expresa pleno conocimiento. Así, la persona solicitada deberá marcar la casilla que estime pertinente, en el ejemplo siguiente el  $Kc = 0.9$ .

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|   |   |   |   |   |   |   |   |   | x |    |

El coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de la persona se obtiene del resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de las respuestas obtenidas en la pregunta #2. Para calcular el  $Ka$  se le asigna un valor a cada una de las posibles respuestas del encuestado. A continuación se muestra la tabla con los valores asignados por el Método Delphi.

| No. | Fuentes de argumentación         | Grado de influencia |          |         |
|-----|----------------------------------|---------------------|----------|---------|
|     |                                  | Alto(A)             | Medio(M) | Bajo(B) |
| 1   | Análisis realizado por Ud.       | 0,3                 | 0,2      | 0,1     |
| 2   | Experiencia.                     | 0,5                 | 0,4      | 0,2     |
| 3   | Trabajos de autores nacionales.  | 0,05                | 0,05     | 0,05    |
| 4   | Trabajo de autores extranjeros.  | 0,05                | 0,05     | 0,05    |
| 5   | Su propio conocimiento del tema. | 0,05                | 0,05     | 0,05    |
| 6   | Su intuición.                    | 0,05                | 0,05     | 0,05    |

Tabla 1: Escala de puntos para la determinación del coeficiente de argumentación.

A la persona seleccionada se le presenta la tabla anterior sin los valores y se le pide que marque con una cruz (X) cuál de las fuentes él considera que ha influido en su conocimiento de acuerdo con el grado A, M o B. Luego, utilizando los valores de la tabla #1, se calcula el valor de  $Ka$ .

Una vez calculado el coeficiente de conocimientos  $Kc$  y el coeficiente de argumentación  $Ka$ , se puede calcular el coeficiente de competencia ( $K$ ) mediante la fórmula descrita anteriormente.

## Validación de la propuesta de solución

Intervalos para determinar el nivel del coeficiente de competencia (K):

Si  $0,8 < k < 1,0$  el coeficiente de competencia es alto.

Si  $0,5 < k < 0,8$  el coeficiente de competencia es medio.

Si  $k < 0,5$  el coeficiente de competencia es bajo.

Para formar parte del panel de validación de la propuesta se seleccionaron aquellos expertos cuyos resultados arrojaron un coeficiente de competencia alto o medio.

De los once expertos a los que se les aplicó la encuesta de autoevaluación, sólo ocho arrojaron un coeficiente de competencia alto o medio por lo que fueron seleccionados para continuar con la ejecución del método, los resultados se muestran a continuación:

| No. Experto(E) | Kc  | Ka  | K    | Grado |
|----------------|-----|-----|------|-------|
| E1             | 0,8 | 0,9 | 0,85 | Alto  |
| E2             | 1   | 0,9 | 0,95 | Alto  |
| E3             | 0,6 | 0,8 | 0,7  | Medio |
| E4             | 0,8 | 0,9 | 0,85 | Alto  |
| E5             | 0,6 | 0,8 | 0,7  | Medio |
| E6             | 0,6 | 0,6 | 0,6  | Medio |
| E7             | 0,8 | 0,9 | 0,85 | Alto  |
| E8             | 0,6 | 0,8 | 0,7  | Medio |

Tabla 2: Tabla de coeficiente de competencias de los expertos

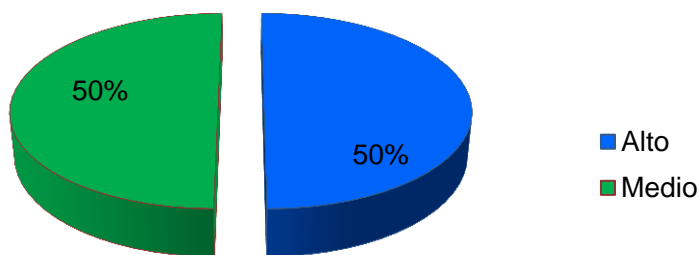


Figura 8: Representación gráfica del Coeficiente de Competencia de los Expertos obtenido.

# Validación de la propuesta de solución

## 3.3 Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta

Cuando se culmina con la selección del panel de expertos, se prosigue con la elaboración de la encuesta para la validación del procedimiento. Para ello se conforma un cuestionario el cual no debe tener demasiadas preguntas, pero el mismo debe abordar aspectos fundamentales de la investigación realizada.

El cuestionario fue creado de forma tal que las respuestas fueran categorizadas en Muy adecuado (5), Bastante adecuado (4), Adecuado (3), Poco adecuado (2) y No adecuado (1). A continuación se muestra dicha encuesta.

### Encuesta a Expertos

Estimado Compañero(a):

A partir de la realización de la presente investigación, se manifiesta la propuesta de diseño de la arquitectura de referencia SOA para Procesos Industriales. Dicha propuesta contiene los elementos que conforman la arquitectura SOA así, como buenas prácticas, tecnologías y herramientas utilizadas para el crecimiento y fortalecimiento de la industria.

1. Puntúe el grado de factibilidad para cada pregunta de acuerdo con la siguiente escala:

- ✓ 5–MuyAdecuado
- ✓ 4–BastanteAdecuado
- ✓ 3–Adecuado
- ✓ 2–PocoAdecuado
- ✓ 1–No Adecuado

1.1 A continuación se enumeran las capas utilizadas en la propuesta de solución. Puntúe dichas capas de acuerdo al grado de factibilidad que Ud. considere.

| No. | Capas utilizadas en la propuesta de solución | Calificación |
|-----|--|--------------|
| 1   | Capa de Acceso a Datos                       |              |
| 2   | Capa de Servicios                            |              |



## Validación de la propuesta de solución

|   |                      |  |
|---|----------------------|--|
| 3 | Capa de Integración  |  |
| 4 | Capa de Negocio      |  |
| 5 | Capa de Presentación |  |
| 6 | Capa de Gobierno     |  |

1.1.1 Considera estas capas:

- necesarias: \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ no se
- suficientes: \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ no se

1.2 Dado el estudio realizado se propusieron un conjunto de mejores prácticas para la implementación exitosa de una arquitectura SOA en la industria. Puntúelas de acuerdo al grado de factibilidad que Ud. considere.

| Mejores prácticas para una arquitectura SOA en la industria          | Calificación |
|--|--------------|
| Crear la arquitectura SOA a partir de los objetivos de la industria. |              |
| Tomar como punto de partida la situación actual de la industria.     |              |
| Desarrollar la arquitectura con capas bien definidas.                |              |
| Fomentar la reutilización de componentes y creación de patrones.     |              |
| Modelo de Gobierno de la arquitectura SOA.                           |              |

2. Por último, deseáramos que Ud. Nos expresara sus criterios y/o recomendaciones que nos pudieran ayudar para perfeccionar nuestra investigación.

### 3.4 Análisis de los resultados de la validación

Los expertos que integraron el panel recibieron un resumen de la propuesta de solución para responder la encuesta de validación del procedimiento. Esta encuesta fue enviada vía correo electrónico y en algunos casos fue entregada en formato duro. A continuación con el fin de explicar cómo se llegó a los resultados se expone cada uno de los pasos que tuvieron lugar en el



## Validación de la propuesta de solución

| Tabla de Frecuencias Absolutas Acumuladas |           |    |    |    |    |    |
|---|-----------|----|----|----|----|----|
| No  | Elementos | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| 1   | Cp1       | 4  | 7  | 8  | 8  | 8  |
| 2   | Cp2       | 2  | 7  | 8  | 8  | 8  |
| 3   | Cp3       | 4  | 8  | 8  | 8  | 8  |
| 4   | Cp4       | 2  | 6  | 8  | 8  | 8  |
| 5   | Cp5       | 2  | 8  | 8  | 8  | 8  |
| 6   | Cp6       | 4  | 5  | 8  | 8  | 8  |
| 7   | Mp1       | 5  | 7  | 8  | 8  | 8  |
| 8   | Mp2       | 1  | 7  | 8  | 8  | 8  |
| 9   | Mp3       | 3  | 7  | 8  | 8  | 8  |
| 10  | Mp4       | 3  | 7  | 8  | 8  | 8  |
| 11  | Mp5       | 3  | 7  | 8  | 8  | 8  |

Tabla 4: Frecuencias Absolutas Acumuladas.

Como se puede observar, en la tabla anterior desaparece la última columna.

**Paso 2:** Se copia la tabla anterior y se borran los resultados numéricos. En esta nueva tabla, se construye la tabla de Frecuencias Relativas Acumulativas. Esta nueva tabla se obtiene dividiendo por ocho (cantidad de expertos) cada uno de los números de la tabla anterior. En esta tabla queda eliminada una columna pues hay cinco categorías y sólo se necesitan cuatro puntos de corte (con cuatro puntos se obtienen cinco intervalos).

| Tabla de Frecuencias Relativas Acumulativas |           |       |        |        |        |        |
|---|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| No  | Elementos | C1    | C2     | C3     | C4     | C5     |
| 1   | Cp1       | 0,5   | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 2   | Cp2       | 0,25  | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 3   | Cp3       | 0,5   | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 4   | Cp4       | 0,25  | 0,75   | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 5   | Cp5       | 0,25  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 6   | Cp6       | 0,5   | 0,625  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 7   | Mp1       | 0,625 | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 8   | Mp2       | 0,125 | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 9   | Mp3       | 0,375 | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 10  | Mp4       | 0,375 | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 11  | Mp5       | 0,375 | 0,875  | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |

Tabla 5: Frecuencias Relativas Acumuladas.

## Validación de la propuesta de solución

**Paso 3:** Se buscan las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (DISTR.NORM.ESTAND.INV). Para esto se crea una nueva tabla a la cual se le adicionan tres columnas y una fila para colocar los resultados que se mencionan a continuación:

- ✓ Suma de las columnas.
- ✓ Suma de filas.
- ✓ Promedio de las columnas.

Los promedios de las filas se obtienen de forma similar, en este caso también se divide por cuatro porque quedan cuatro categorías ya que la última se eliminó.

Para hallar N, se divide la suma de las sumas entre el resultado de multiplicar el número de indicadores por el número de preguntas.

El valor N-P da el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto.

A continuación se muestra la tabla que resume lo expuesto en los puntos anteriores:

|                        |           | Puntos de Corte |       |       |       |       | N =                     | 1,72  | Grado de Adecuación |
|------------------------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|---------------------|
| No                     | Elementos | C1              | C2    | C3    | C4    | Suma  | P                       | N-P   |                     |
| 1                      | Cp1       | 0,00            | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 8,59  | 2,15                    | -0,43 | Muy Adecuado        |
| 2                      | Cp2       | -0,67           | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 7,92  | 1,98                    | -0,26 | Bastante Adecuado   |
| 3                      | Cp3       | 0,00            | 3,72  | 3,72  | 3,72  | 11,16 | 2,79                    | -1,07 | Muy Adecuado        |
| 4                      | Cp4       | -0,67           | 0,67  | 3,72  | 3,72  | 7,44  | 1,86                    | -0,14 | Bastante Adecuado   |
| 5                      | Cp5       | -0,67           | 3,72  | 3,72  | 3,72  | 10,49 | 2,62                    | -0,90 | Muy Adecuado        |
| 6                      | Cp6       | 0,00            | 0,32  | 3,72  | 3,72  | 7,76  | 1,94                    | -0,22 | Bastante Adecuado   |
| 7                      | Mp1       | 0,32            | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 8,91  | 2,23                    | -0,51 | Muy Adecuado        |
| 8                      | Mp2       | -1,15           | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 7,44  | 1,86                    | -0,14 | Bastante Adecuado   |
| 9                      | Mp3       | -0,32           | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 8,27  | 2,07                    | -0,35 | Muy Adecuado        |
| 10                     | Mp4       | -0,32           | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 8,27  | 2,07                    | -0,35 | Muy Adecuado        |
| 11                     | Mp5       | -0,32           | 1,15  | 3,72  | 3,72  | 8,27  | 2,07                    | -0,35 | Muy Adecuado        |
| <b>Suma</b>            |           | -3,81           | 16,49 | 40,92 | 40,92 | 94,51 | Total Muy Adecuado      |       | 7                   |
| <b>Puntos de Corte</b> |           | -0,35           | 1,50  | 3,72  | 3,72  |       | Total Bastante Adecuado |       | 4                   |

Tabla 6: Puntos de Corte.

Las sumas obtenidas en las cuatro primeras columnas dan los puntos de corte:

## Validación de la propuesta de solución

Los puntos de corte se utilizan para determinar la categoría o grado de adecuación de cada criterio según la opinión de los expertos consultados. Con ellos se opera del modo siguiente:

|                 |                   |               |               |                |
|-----------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|
| Muy Adecuado    | Bastante Adecuado | Adecuado      | Poco Adecuado | No Adecuado    |
| Menor que -0,35 | (-0,35 a 1,50)    | (1,50 a 3,72) | 3,72          | Mayor que 3,72 |

Tabla 7: Rangos obtenidos a partir de los puntos de corte.

Como resultado final se obtiene el grado de adecuación de los elementos sometidos a la valoración de los expertos:

| No. | Elementos | Grado de Adecuación |
|-----|-----------|---------------------|
| 1   | Cp1       | Muy Adecuado        |
| 2   | Cp2       | Bastante Adecuado   |
| 3   | Cp3       | Muy Adecuado        |
| 4   | Cp4       | Bastante Adecuado   |
| 5   | Cp5       | Muy Adecuado        |
| 6   | Cp6       | Bastante Adecuado   |
| 7   | Mp1       | Muy Adecuado        |
| 8   | Mp2       | Bastante Adecuado   |
| 9   | Mp3       | Muy Adecuado        |
| 10  | Mp4       | Muy Adecuado        |
| 11  | Mp5       | Muy Adecuado        |

Tabla 8: Categorización de los aspectos

Por los resultados arrojados por la tabla anterior se puede llegar a la conclusión que el procedimiento sometido a validación por el panel de expertos resultó Muy Adecuado. A continuación se representa gráficamente los resultados obtenidos:

# Validación de la propuesta de solución

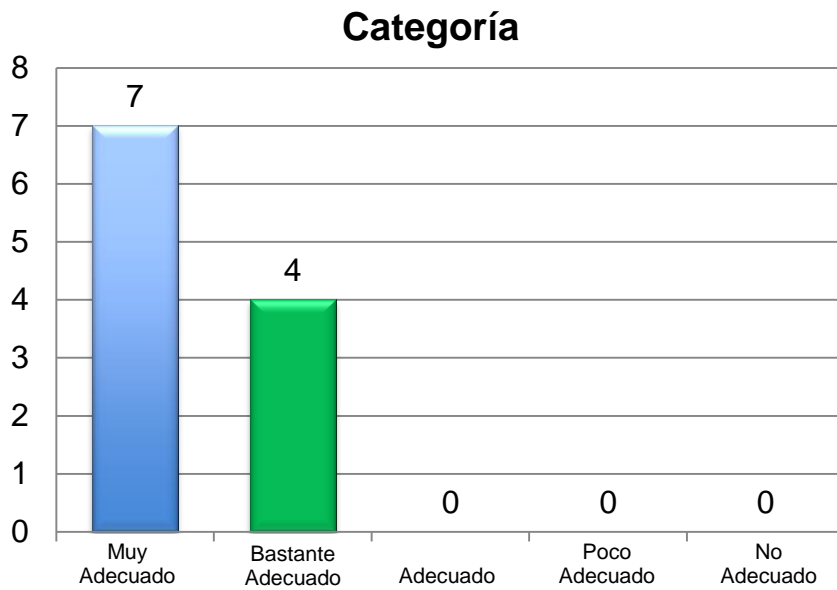


Figura 10: Resultados finales de la validación

## Conclusiones Parciales

En este capítulo se llevó a cabo la validación de la propuesta de solución, mediante el método Delphi. Se dividió en tres fases: Selección de expertos, Ejecución y procesamiento del cuestionario; y Análisis conclusivo de los resultados. Para la selección de expertos se tuvo en cuenta una serie de requisitos y se les envió una encuesta de autovaloración, permitiendo establecer un coeficiente de competencia para la selección de estos. Como resultado se tuvo que todas las preguntas fueron categorizadas por el 100% de los expertos. El 37% de los expertos clasificaron como Muy Adecuada la propuesta, el 49% como Bastante Adecuado y el 14% Adecuado. Con esto se demuestra que la propuesta de solución al problema planteado en la investigación es válida y apta para ejercer su aplicación.

## Conclusiones Generales

El marco teórico de la investigación fue la guía para el desarrollo de la propuesta de solución. Se realizó un estudio del arte de los procesos industriales para de esta forma determinar las características que posee este sector. El estudio realizado sobre las arquitecturas de referencia existentes, permitió la selección de la Arquitectura de Referencia del Grupo Gartner como guía para el desarrollo de la propuesta arquitectónica. Se caracterizaron las herramientas lo que permitió definir que la suite WSO2 es la que cumple con las condiciones para formar parte de la propuesta de solución. En la propuesta arquitectónica se describió de forma general los servicios y productos informáticos vigentes en una industria, así como la forma en la que SOA en combinación con BPM se integra a los mismos a través de sus diversos estándares y tecnologías. Como parte final de la investigación, se validó la propuesta a través del Método Delphi como variante de los Métodos de Expertos, arrojando muy buenos resultados.

## **Recomendaciones**

Profundizar el estudio de la propuesta arquitectónica que se ha definido para adoptarla a un proyecto, relacionado con los procesos industriales.



## Referencias Bibliográficas

1. Inmaculada Caravaca, R.M., *Trayectorias industriales metropolitanas: nuevos procesos, nuevos contrastes*. 2003.
2. María Mercedes Bornot Rivero, A.R.A., *Desarrollo de componentes gráficos para el módulo de visualización del SCADA Nacional*. 2011.
3. Barrero, E.L., *Implementación del módulo de diseño de reportes para el SCADA Guardián del Alba*. 2009, niversidad de las Ciencias Informáticas.: La Habana.
4. Alejandro Guinea de Salas, S.J.A., *Arquitectura SOA para la integración con software libre y software propietario en entornos mixtos*. .
5. SATEC), J.A.C.D.d.P.d., *SOA Arquitectura Orientada al servicio*. 2008.
6. Garcés, V.M.G., *SOA Una Aproximación a la Arquitectura de Software para Modelar Procesos de Negocio*. 2008.
7. SOA, O.a.l.p.d., *Arquitectura de referencia SOA* 2006.
8. SOA), L.C.L.p.p.e.c., *Lineamientos para la adopción de Arquitectura Orientada a Servicios*. 2007.
9. Agenda, S., *(Arquitectura de Referencia SOA*.
10. Standard, D.T., *SOA Reference Architecture*. 2009.
11. Cid, J., *SOA aportando valor al negocio desde la tecnología*
12. Associates, S., *Consultoría y Acompañamiento para la ejecución del Proyecto Arquitectura Corporativa de una Empresa de Venezuela*. 2008.
13. HAT, R., *JBoss Enterprise SOA Platform*. 2009.
14. CORPORATION, O., *ORACLE SOA SUITE*. 2008.
15. WSO2, C., *Suite de la WSO2*. 2012.
16. Otros Procesos Industriales. Generalidades.
17. *¿Qué es un proceso industrial? Definición de proceso industrial*. 2009.
18. *Definicion de un Proceso Industrial*. 2011.

19. *(VIDEO I.) Control Retroalimentado.*
20. *Industria., L.*
21. *Marco teórico sobre Administración, modelo, productividad, Administración de productividad total, competitividad, exportaciones y calidad.*
22. *E. Estévez, U.G., M. Marcos, J. Portillo, I. Cabanes, I. Sarachaga, D. Orive, S. Calvo,, PERFIL UML para especificación y arquitectura*
23. *Guerra, J.L., Capa de acceso a datos para dispositivos Bristol. .2011.*
24. *Bermúdez, E.R., Sistema de autenticación para el módulo Seguridad del proyecto Guardián del ALBA. 2009, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana.*
25. *Canales, J.A., APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.*
26. *WSO2, E.O., Suite de la WSO2. 2012*
27. *Ramirez, E., Eclipse.*
28. *Rod Johnson, J.H., Alef Arendsen, Thomas Risberg, Colin Sampaleanu Professional Java Development with the Spring Framework. 2005.*
29. *Lockhart, T., The PostgreSQL Tutorial Introduction. 1998.*
30. *Corrales, B., SOA para la Innovación en los Procesos de Negocio. 2006.*
31. *Consulting, S., Aplicando BPM a la Industria. 2008*
32. *Colunga, S.y.A., G, La Psicología Educativa, su objeto, métodos y problemas principales. Universidad de Camagüey: s.n. 2003.*
33. *M., D.G., Algunos problemas de aplicación del método Delphi. 1980.*
34. *Durand, R., El método delphi y la perspectiva del hidrogeno. 1971.*