



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado



# Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estudios de Posgrado

---

## **MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN**

---

### **TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA**

---

La arquitectura orientada a servicios aplicada a  
micro, pequeñas y medianas empresas

---

AUTOR: ESTEBAN DANIEL QUINTANA

TUTOR: CLAUDIO FELIPE FREIJEDO

MARZO DE 2017

---



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado



A la memoria de mi madre,

Quien me alentó fuertemente a realizar esta maestría.



## Resumen

El presente trabajo plantea un enfoque aproximado a dos problemas comunes que se encuentran en la gran mayoría de las empresas: la integración de la información y el acople de los sistemas de información con los procesos internos y objetivos estratégicos.

A través de una serie de entrevistas realizadas a socios y gerentes de empresas pertenecientes a la categoría de micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs), se contextualiza la situación actual con respecto a los sistemas, aplicaciones utilizadas y las problemáticas que dichas empresas necesitan resolver. También se realiza una exploración de la literatura relacionada con la arquitectura empresarial en general y con la arquitectura orientada a servicios en particular.

Toda organización necesita contar con información precisa y consistente que refleje la realidad de la manera más fiel posible. Analizando las entrevistas, se muestra que las empresas poseen distintos sistemas de información corriendo en paralelo, distintos motores de base de datos, distintas fuentes y repositorios de información que terminan siendo un problema a la hora de mantener y unificar la información organizacional.

En una economía cada vez más global y cambiante, las empresas necesitan poseer una arquitectura lo suficientemente flexible que les permita adaptarse rápidamente a las nuevas necesidades, aprovechando así las oportunidades del mercado o salvando las amenazas que surjan del mismo.

El principal resultado que brinda el presente trabajo se basa en que la implementación de una arquitectura orientada a servicios (SOA), a través de una capa de abstracción intermedia que intercomunica todos los factores relevantes de la organización, brinda el control y la flexibilidad que la empresa necesita para cumplir sus objetivos estratégicos.

También se muestra que la implementación de SOA es factible en empresas MiPyMEs por su bajo costo de implementación al basarse en tecnologías de internet y al permitir la reutilización de la capacidad tecnológica ya instalada en la organización.



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado



## **Palabras clave**

**Arquitectura Empresarial**

**Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)**

**Capa de abstracción**

**Micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyME)**



## Índice

Resumen .....	3
Palabras clave .....	4
Introducción .....	7
Planteamiento del problema .....	9
Objetivos .....	10
Marco teórico .....	11
Arquitectura empresarial.....	11
Los 4 pilares de la arquitectura empresarial: .....	13
Modelo de madurez en Arquitectura Empresarial .....	14
Arquitectura Orientada a Servicios.....	18
Beneficios de SOA .....	22
Independencia de la plataforma .....	24
Mejor disponibilidad, transparencia de ubicación .....	24
Mejor escalabilidad, reutilización del código .....	25
Desarrollo paralelo y mayor capacidad de prueba.....	26
Lenguaje de negocio, nomenclatura intuitiva .....	26
Beneficios según perfiles empresariales .....	27
SOA y la mejora de procesos.....	28
SOA y la integración de sistemas y repositorios de datos .....	29
Metodología de trabajo .....	30
Desarrollo .....	32
Presentación .....	32
Estado del arte de las MiPyMEs .....	32
SOA en MiPyMEs .....	35
Conclusiones .....	42



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado



Referencias Bibliográficas .....	44
Anexo 1 – Entrevistas a empresarios MiPyMe.....	45
Anexo 2 – Caso de éxito .....	53



## Introducción

Según el informe presentado por la Fundación Estudio PYME (Donato, Belacín, Bargados, & Fundación observatorio Pyme, 2015) se estima que las pequeñas y las medianas empresas (PyMEs, entre 10 y 200 empleados) junto con los micro emprendimientos (menos de 10 empleados) representan más del 99% del total de empresas que existen en el país, son el gran motor de la economía, pero son las organizaciones más frágiles a la hora de hacerle frente a las distintas crisis que se generan en los mercados.

En una economía cada vez más global, cortoplacista y competitiva, las empresas necesitan gestionar los cambios de manera rápida y precisa para poder aprovechar las oportunidades y esquivar las amenazas que se generen a lo largo del tiempo.

Según el informe Inestabilidad y desigualdad (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014), si se estudian los últimos 30 años de la economía latinoamericana, podemos ver que se encuentra cada vez más interconectada y dependiente de las economías globales, cualquier crisis en América del Norte, Europa o China generará repercusiones negativas en la región.

Las empresas necesitan una arquitectura que les brinde flexibilidad a la hora de gestionar cambios, una arquitectura orientada a servicios puede generar esta característica, brindar posibilidad de crecimiento, y a un costo muy razonable ya que aprovecha la infraestructura ya instalada de internet.

Esta tecnología permite utilizar servicios en la nube sin la necesidad de tenerlos instalados de manera local, desarrollar aplicativos y utilizarlos remotamente a través de redes privadas virtuales, implementar soluciones tempranas que permitan aprovechar oportunidades de negocio, por dar algunos ejemplos. Existen un extenso conjunto de herramientas que son accesibles económica y técnicamente por toda compañía, sin importar su tamaño.

Antes de la revolución de Internet, se necesitaban inversiones millonarias para generar una infraestructura tecnológica de este tipo, hoy en día se puede alcanzar una



buena base tecnológica de forma muy económica gracias a los proyectos de código abierto que se distribuyen de manera libre sin el pago de licencias por su uso.

La arquitectura orientada a servicios trabaja creando una capa de abstracción entre los sistemas y sus usuarios, unificando así el acceso y utilización de los distintos repositorios de datos y brindando mayor flexibilidad hacia futuros cambios. Esta arquitectura se basa en servicios web y funcionan con los mismos protocolos que internet, lo que la convierte en una solución muy económica y flexible, pudiendo operar sistemas en computadoras personales, dispositivos tipo tabletas y en teléfonos celulares.

La gestión de la información es un tema central en toda organización. La dinámica del trabajo actual y las complicaciones que surgen de operar en los mercados competitivos obliga a las empresas a utilizar múltiples sistemas de información para lograr así dar soporte a su operatoria diaria.

Es necesario contar una arquitectura lo suficientemente flexible que permita la unificación de toda la información organizacional, lo que implica manejar su capacidad tecnológica instalada, y facilitar la adopción de nuevos sistemas para permitir a la organización trabajar en mercados competitivos con tecnologías de vanguardia.



## Planteamiento del problema

El problema planteado se basa en la necesidad que tienen las organizaciones de obtener una arquitectura lo suficientemente flexible para poder sortear los problemas que surgen al trabajar en ambientes cada vez más competitivos, globales y dinámicos. Estos problemas, que atañen a todas las organizaciones, toman vital importancia en las Pequeñas y Medianas Empresas porque no cuentan con los mismos recursos financieros que las grandes organizaciones. Es de vital importancia en las PyMEs el poder adaptarse a las nuevas situaciones que el mercado dicte.

*“En los últimos años, debido a la necesidad de responder rápidamente y cumplir con los cambios de negocio...la empresa debe tener una iniciativa estratégica de transformación con el fin de proporcionar ventajas competitivas para tener éxito en el entorno empresarial cambiante y para adaptarse a las necesidades de gestión de la información en evolución.” (Muhammad Suhaizan Sulong, 2013, pág. 1)<sup>1</sup>*

Para obtener flexibilidad se debe contar con una base tecnológica que facilite el acoplamiento entre la arquitectura de sistemas y la arquitectura del negocio. Los procesos productivos de las organizaciones se ven cada vez más dependientes de la tecnología y es indispensable poder gestionar esa dependencia para poder adaptar los distintos componentes de la organización a las necesidades estratégicas de una manera rápida y eficiente.

Los problemas referentes a los sistemas no son menores en las organizaciones modernas que, al contar con un gran abanico de aplicaciones corriendo en simultáneo, generan múltiples fuentes de información, duplicación de datos, inconsistencias y

---

<sup>1</sup> Cita original en inglés:

*“In recent years, due to a need to rapidly respond and meet business changes, enterprises seeking a way to achieve business agility...the enterprise should have a strategic transformative initiative in order to provide competitive advantage to succeed in business changing environment and to accommodate evolving information management needs.” (Muhammad Suhaizan Sulong, 2013, pág. 1)*



pérdidas por costos de oportunidad atribuidos a contar con información poco precisa e inoportuna.

Existen un gran número de aplicaciones trabajando en paralelo y la organización debe gestionar eficientemente dichos sistemas y fuentes de información.

## **Objetivos**

El objetivo principal de este trabajo es describir una arquitectura flexible que facilite a las empresas adaptarse de manera rápida y eficiente a los diferentes escenarios que puedan surgir, tanto por cuestiones internas de la empresa, como por situaciones externas. Los mercados son cada vez más globales y cambiantes, se necesita una buena arquitectura que permita aprovechar oportunidades y superar las amenazas.

Para llevarlo a cabo se plantea la arquitectura orientada a servicios como una posible solución a los problemas anteriormente citados.

Como objetivo secundario, y relacionado con el problema de mejorar el acoplamiento entre la arquitectura empresarial y la arquitectura de sistemas, se muestra la flexibilidad que le brinda una arquitectura SOA a las empresas al generar una capa intermedia que intercomunique a los distintos componentes tecnológicos y permita así utilizarlos y modificar su funcionamiento dependiendo de las necesidades estratégicas de la organización. Esto permite una adaptación temprana de la tecnología a los nuevos procesos productivos.

Todas las empresas tienen necesidades similares, pero son las pequeñas y medianas empresas las que menos recursos cuentan para afrontar dichas necesidades. Es por eso que como objetivo secundario se plantea también demostrar los bajos costos que tiene una arquitectura basada en servicios web y como se puede aprovechar la enorme cantidad de tecnologías abiertas en beneficio de una empresa MiPyME. También se muestra como SOA aporta escalabilidad y permite encarar futuros procesos de expansión y crecimiento pudiendo aprovechar la capacidad ya instalada y no tener que



generar nuevas inversiones para sustituir componentes tecnológicos que ya se encuentran en funcionamiento.

## **Marco teórico**

Para el desarrollo del marco teórico del presente trabajo se realizó una investigación en temáticas de arquitecturas empresariales y aplicaciones utilizadas por pequeñas y medianas empresas, pudiendo encontrar un común denominador en la arquitectura orientada a servicios como una excelente herramienta de integración. A continuación, se hizo un análisis de las distintas temáticas relacionadas con la arquitectura SOA y se fundamenta el análisis citando las distintas fuentes bibliográficas.

## **Arquitectura empresarial**

Tomamos como definición de Arquitectura Empresarial a la comprensión de los distintos elementos que componen la empresa y cómo se interrelacionan dichos elementos entre sí. Es el conjunto de procesos de negocio, aplicaciones, tecnologías de información que respalda las estrategias de negocio de una organización.

Una empresa, siguiendo esta línea de pensamiento, es un conjunto de departamentos que comparten una serie de principios y objetivos en común. En ese sentido, el concepto empresa puede ser aplicado a toda una corporación, una división de una corporación, una agencia del gobierno, un solo departamento, o una red de organizaciones geográficamente distantes unidos por objetivos comunes, etc. Los elementos en este contexto abarcan a las personas, los procesos, los negocios y la tecnología.

Por lo tanto, la arquitectura empresarial es el conjunto de procesos de negocio, aplicaciones, tecnologías de información que respalda las estrategias de negocio de una empresa u organización.

La arquitectura puede ser vista como un modelo a seguir para la concreción de objetivos estratégicos mediante los recursos tecnológicos. Es la organización



fundamental de un sistema, sus componentes, y la relación que existen entre ellos y el ambiente externo.

El objetivo de la arquitectura empresarial es crear un entorno de TI unificado (tanto hardware como software) de manera transversal a toda la organización o la totalidad de las unidades de negocio de la empresa, con estrechos vínculos a la parte comercial de la organización y su estrategia. Más específicamente, los objetivos son promover la alineación, la normalización, la reutilización de los activos de TI existentes y el intercambio de métodos comunes para la gestión de proyectos y desarrollo de software en toda la organización. El resultado final, en teoría, es que la arquitectura de la empresa, será más barata, más estratégica, y más flexible, adaptándose rápidamente a las necesidades de la organización.

El propósito de la arquitectura empresarial es crear un mapa de los activos de TI, los procesos de negocio y un conjunto de principios de gobierno que impulsan un debate acerca de la estrategia de negocio y la forma en que pueden concretarse los objetivos a través de dicha arquitectura.

Se puede definir la arquitectura empresarial como la sumatoria de todos los componentes, procesos y políticas de una organización y la forma en que estos componentes se relacionan. El objetivo de la arquitectura empresarial es el de alinear y sincronizar dichos componentes a los objetivos estratégicos de la organización, es el proceso de trasladar la misión y visión de la compañía a situaciones concretas, cambios en la forma de trabajar para potenciar las capacidades actuales y repensar los principios y los modelos que describen la forma de trabajar para facilitar su evolución.

En la actualidad, las empresas cuentan con una gran variedad de hardware y software que son indispensables para su operatoria normal. El área de TI debe manejar distintos sistemas como ser ERP, CRM, BI, sistemas heredados, aplicaciones móviles, etc. El gran objetivo de la arquitectura empresarial es permitir que todos estos componentes puedan ser utilizados para cumplir los objetivos estratégicos de la organización y explotar nuevas posibilidades de negocio que surjan.



La arquitectura empresarial es una práctica estratégica, que permite entender las relaciones que existe entre las iniciativas de negocio y la base tecnológica que permiten llevar a cabo dichas iniciativas. Permite evaluar las fortalezas y debilidades de nuestra organización y trazar estrategias de mejoras de manera continua, para ir desde la arquitectura actual hacia un modelo arquitectónico que permita alcanzar nuestra misión y visión futura.

Un concepto importante es que todas las empresas tienen una arquitectura empresarial, la tengan definida o no, siempre existe una sumatoria de componentes que se interrelacionan entre sí para permitir el trabajo operativo y gerencial de la organización. El tenerla definida y representada desde los diferentes aspectos le permitirá a la empresa entender el impacto de cada estrategia de negocio en cada uno de los componentes de la organización, en sus procesos y en los activos tecnológicos que deberán adecuarse para lograr dichos objetivos.

La arquitectura empresarial permite bajar a la realidad los objetivos estratégicos de la organización, observar como las metas de la empresa afectan a los distintos componentes y como estos se encuentran relacionados entre sí. Los proyectos deben ayudar a generar valor y formar parte de las estrategias de negocio de la empresa.

También ayuda a encarar los problemas y procesos de cambio de una manera más integral, entender la relación entre los distintos procesos y conceptualizar la mejor solución posible, permitiendo llevar a cabo esas soluciones de manera rápida y eficiente.

### **Los 4 pilares de la arquitectura empresarial:**

La arquitectura empresarial se basa en 4 pilares fundamentales que deben ser tenidos en cuenta de forma conjunta para poder tener una visión integral de la organización.

1. **Arquitectura de Procesos:** Define los procesos clave de la organización y los separa de los procesos secundarios, es fundamental diferenciarlos para generar gobernabilidad.



2. **Arquitectura de Aplicaciones:** Conocer los sistemas que tenemos instalados, las relaciones entre ellos y la relación que tienen con cada uno de los procesos de la organización definidos en el punto anterior.
3. **Arquitectura de Datos:** Describe la estructura lógica de los datos y como son soportados en los distintos medios físicos, define una correcta gestión de cada uno de los repositorios de datos.
4. **Arquitectura Tecnológica:** Describe la estructura de hardware, software de base y redes requerida para dar soporte operación diaria de cada una de las aplicaciones de la empresa.

No se puede pensar en una arquitectura empresarial si no se gestionan eficientemente cada uno de estos pilares, se necesita poseer el mapa de procesos, aplicaciones, datos e infraestructura para poder brindarle a la organización la flexibilidad que necesita para responder a los cambios estratégicos del negocio, ya sean cambios impuestos por el mercado, la competencia o por la misma organización para explotar nuevos nichos y oportunidades. Estos cuatro pilares brindan un mapa que permite realizar estos objetivos.

### **Modelo de madurez en Arquitectura Empresarial**

Todas las organizaciones tienen un ciclo de vida en relación a su tecnología, se pueden definir distintas etapas que caracterizan a las distintas empresas.

Las MiPyMEs suelen estar en las primeras etapas del modelo de madurez, el objetivo de este trabajo es definir como la arquitectura SOA les permite a las MiPyMEs llegar a las etapas tres y cuatro de una manera viable tecnológica y económicamente.

En el libro *Arquitectura Empresarial como Estrategia* (Ross, Weill, & Robertson, Enterprise Architecture as Strategy, 2006), se define un modelo de madurez para la arquitectura empresarial que individualiza 4 tipos de empresas muy definidas por sus características tecnológicas, las cuatro etapas del modelo de madurez son:



- 1) **Aplicaciones como silos:** Las empresas que recién empiezan suelen tener distintas aplicaciones corriendo en paralelo y de manera independiente entre sí, no existiendo ninguna interface de comunicación entre ellas. Un problema habitual que se encuentra en este tipo de organizaciones es la duplicidad de la información y las inconsistencias que dicho fenómeno conlleva.
  
- 2) **Sistema corporativo estandarizado:** En una segunda instancia de madurez las empresas suelen adquirir un sistema corporativo que tenga incorporado las mejores prácticas, los procesos estandarizados que son aceptados a nivel mundial. En esta etapa de madurez la empresa deja de lado la informalidad típica de la primera etapa, gana eficiencia en sus procesos y base tecnológica. Pero cabe destacar que, por otro lado, también se pierde flexibilidad y las posibles ventajas competitivas que podamos tener, al poseer procesos estándares nos estamos poniendo al mismo nivel que los mejores, pero debilitamos la posibilidad de destacarnos.
  
- 3) **Modelo del negocio:** Esta etapa se caracteriza por generar una capa abstracta con las distintas reglas de negocio que debemos utilizar para el desarrollo de nuevos procesos y aplicaciones. Brinda información de toda la compañía y sus procesos, define la arquitectura a ser utilizada o compartida por las futuras aplicaciones que le organización quiera adquirir o desarrollar.
  
- 4) **Arquitectura de negocio:** Una organización posee una arquitectura realmente madura una vez que llega a reutilizar la capa de modelo de negocio para brindar verdadera flexibilidad a las exigencias del negocio. Las empresas pueden satisfacer más rápidamente las necesidades de los clientes, pueden explotar distintos nichos de mercado, pueden generar ventajas competitivas que les permitan distinguirse en los mercados actuales cada vez más competitivos.

Esto describe un modelo de madurez, todas las organizaciones empiezan por una arquitectura de infraestructura, es la base de hardware y redes que permiten la operatoria



de la organización, se sitúa a nivel operativo, sin esta infraestructura no se puede realizar las transacciones diarias.

Es muy habitual que las empresas jóvenes posean esta arquitectura para permitir la ejecución de algunas aplicaciones aisladas, software de ofimática, alguna aplicación de facturación y tal vez, algún software contable. Estas aplicaciones se caracterizan por ejecutarse de manera aislada, como en silos, sin mucha comunicación entre ellas, generando duplicidad de datos. Tener la misma información cargada en varios sistemas independientes entre sí conlleva un esfuerzo extra para mantener dichos datos actualizados, es muy común encontrarnos con información ambigua, diferente o inconsistente sobre una misma entidad.

Estos problemas llevan a las empresas a pasar a la segunda instancia en el modelo de madurez arquitectónico, la estandarización. En esta instancia se suele adquirir algún software de tipo corporativo (ERP) que maneje la total operatoria de la compañía y contenga las mejores prácticas y estándares aceptados a nivel global. Se adoptan los procesos y formas de trabajar comunes a todas las organizaciones que ya han instalado y utilizado el mismo software, esto mejora la eficiencia de la organización, pero a la vez, disminuye la posibilidad de poseer ventajas competitivas.

Estas dos primeras etapas dentro del modelo de madurez están enfocadas en la base de la pirámide organizacional, se tratan de instancias operativas y tácticas, poseen una visión a corto plazo y son la base que toda empresa debe tener para poder operar eficientemente y crecer en un futuro.

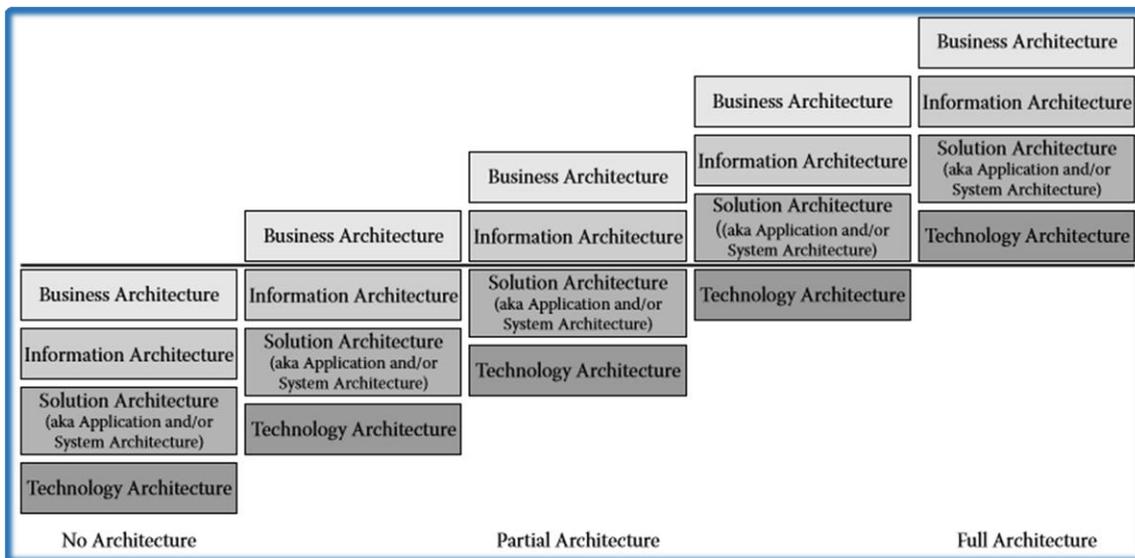
En la tercera etapa del modelo de madurez, la empresa empieza a utilizar la información como un activo estratégico, que permite generar ventajas competitivas. Se define una capa abstracta de información que nuclea los principales repositorios de datos que posea la organización, se generan servicios y aplicaciones personalizadas para los niveles gerencias y directivos que ayuden a la toma de decisiones.

La visión de esta etapa está direccionada más a mediano y largo plazo, se caracteriza por la interconexión de las distintas aplicaciones en una misma capa abstracta que brinda flexibilidad, la posibilidad de realizar cambios de manera ágil,



adquirir marcos de mejora continua para los procesos internos, realizar minería de datos e inteligencia de negocio.

Esta es la base para llegar a la última instancia dentro del modelo de madurez, la etapa de la arquitectura del negocio, donde la empresa comienza a reutilizar la capa abstracta generada en la tercera etapa para definir y mejorar los procesos de negocio que posee la organización de manera continua y adaptativa, pudiendo aprovechar nuevas posibilidades de negocio y permitiendo la adaptación a nuevas necesidades estratégicas.



Fuente del gráfico: Arquitectura Empresarial A a la Z (Minoli, 2008)

El gráfico anterior muestra como las empresas van adoptando las distintas arquitecturas y van avanzando en el modelo de madurez. No sólo las grandes organizaciones adoptan la arquitectura empresarial: las organizaciones más pequeñas también manejan este enfoque. Cada organización que busca gestionar la complejidad de TI de una manera rentable para el despliegue rápido de aplicaciones, debe considerar la arquitectura empresarial.

Cabe destacar que toda arquitectura empresarial no debe ser percibida como una conceptualización abstracta, debe ser vista como un producto entregable, algo que puede ser usado por usuarios como cualquier otra aplicación de sistemas de TI: debe tener entradas, salidas, funcionalidad, datos incorporados, etc. Una simple



conceptualización es difícil de verla como un objeto que brinda valor agregado a la organización, y eso es exactamente lo que hace la arquitectura empresarial.

### **Arquitectura Orientada a Servicios**

SOA es un enfoque de diseño de software, una arquitectura en la que las aplicaciones se ensamblan a partir de componentes reutilizables llamados servicios. Un servicio es un bloque de software que realiza una función particular a través de una interfaz bien definida, una forma de llamar al servicio desde otros servicios y aplicaciones. Se puede definir SOA como un catálogo de funciones de software que realizan una serie de tareas específicas y que se reutilizan para la construcción de aplicaciones y sistemas más complejos. Los servicios se utilizan de manera transparente mediante internet, sin importar las especificaciones de hardware y software.

Fundamentalmente, todos los modelos de arquitectura empresarial (como Togaf, Zifa, Eap, etc.) hacen uso del concepto de servicios, en el que distintas funcionalidades se agrupan en módulos de servicios reutilizables que conforman una capa abstracta de acceso a información, desde los cuales se construyen sistemas más complejos (Los módulos son como bloques que se pueden apilar uno arriba o al costado de otro permitiendo así el desarrollo de sistemas más complejos).

Citando el libro Arquitectura Empresarial A a la Z (Minoli, 2008).

*“Aunque el punto de vista de servicios es generalmente aceptado en las "capas superiores" de la tecnología (por ejemplo, aplicaciones, datos, lógica de negocio, etc.), en los últimos años se ha instalado el uso de los conceptos SOA también en las capas inferiores, donde reside la tecnología de TI real (por ejemplo, servidores, redes, dispositivos de almacenamiento). Este punto de vista define un paradigma de computación en red, donde los activos de TI físicos están virtualizados y distribuidos. Algunos de los modelos de arquitectura empresarial, tienen su origen en el modelo cliente-servidor desarrollado a finales de 1980 y principios de 1990. Sin embargo, algunos de los conceptos han sido modernizados; por ejemplo, el cliente podría ser un dispositivo de acceso basado en un navegador web, el servidor podría ser un servidor*



*Web y el protocolo de intercambio podría ser Hypertext Transfer Protocol (HTTP).”  
(p.12)<sup>2</sup>*

Una de las principales diferencias entre SOA y las arquitecturas de aplicaciones tradicionales reside en que las aplicaciones están diseñadas para interactuar con los seres humanos y la aplicación proporciona la interfaz de usuario, la lógica del negocio y los almacenes de datos. Aunque las buenas disciplinas en ingeniería de software separan los componentes del negocio de la interfaz de usuario, como ser la arquitectura MVC, los únicos consumidores de esta lógica de negocio son las interfaces de usuario entregadas como parte de la aplicación. Estos componentes de la interfaz de usuario y de negocio se implementan tradicionalmente como una sola entidad. Con SOA, la funcionalidad empresarial definida a través del servicio puede ser utilizada por cualquier consumidor fuera del control de la aplicación. Esto permite pensar en sistemas distribuidos, localizados físicamente en distintas ubicaciones, pero funcionando dentro de una misma red privada como si fuera una sola aplicación. Los consumidores pueden ser otros servicios (que incorporan el proceso empresarial encapsulado) o alternativas a la interfaz de usuario proporcionadas por otras aplicaciones como ser una aplicación para teléfonos celulares, una interface para un portal de internet o para ser utilizado por otros sistemas pertenecientes a empresas relacionadas como ser proveedores o clientes. Además de ofrecer servicios y explotar sus propios servicios, una aplicación en sí debe tener la flexibilidad necesaria para adaptarse a los nuevos servicios ofrecidos después

---

<sup>2</sup> Cita original en inglés:

*“Although the idea of the service view is generally accepted at the “higher layers” of the model (e.g., the logical, computational, application, data, and business logic), we have advocated in recent years using the GSOA concepts also at the lower layers, where the actual IT technology resides (e.g., servers, networks, storage devices). This view can drive a move to a grid computing paradigm where physical IT assets are virtualized and distributed. Some of the enterprise architecture models have their genesis in the client-server model developed in the late 1980s and early 1990s. However, some of the concepts have been modernized; for example, the client could be a browser-based access device, the server could be a Web server, and the exchange protocol could be Hypertext Transfer Protocol (HTTP).” (p.12)*



del despliegue. La disponibilidad y estabilidad de estos servicios se convierte así en un factor crítico.

Arquitectura orientada a servicios (SOA) es una excelente manera de fomentar el entusiasmo por la arquitectura entre los empresarios, ya que reduce la TI a un vocabulario que puedan entender. La integración de ERP, CRM, sistemas heredados y demás aplicaciones se ocultan bajo las aplicaciones compuestas con nombres como "obtener calificación crediticia" u "obtener registro de clientes". La reutilización se convierte en real y empieza a afectar directamente a las personas de negocios de nivel medio y alto porque pueden ver cuánto más rápido obtienen nuevas funcionalidades desde TI, ya que "obtener cliente" se convirtió en un servicio de un repositorio que cualquier desarrollador puede tener acceso cuando sea necesario.

Los avances en la tecnología de integración -sobre todo en sistemas de inteligencia de negocio, aplicaciones gerenciales flexibles y servicios web- están proporcionando nuevas formas de diseñar arquitecturas empresariales más ágiles y más fáciles de usar que proporcionan el tipo de valor que la empresa ha estado buscando. Con estas nuevas arquitecturas, la TI puede construir nuevas capacidades de negocio más rápido, más barato y en un vocabulario que el negocio pueda entender.

Estos avances están dando nueva vida a un par de viejos conceptos como los servicios, más conocidos hoy en día como SOA. SOA proporciona más valor al negocio que ningún otro modelo de arquitectura empresarial. La idea detrás de los servicios es simple: la tecnología debe ser expresada como un pedazo del negocio, algo como una aplicación cercana, amigable con el usuario. Los gerentes pueden llamar a un servicio en un idioma que puedan entender, y la tecnología puede vincularlos rápidamente con otros servicios para formar un flujo de trabajo o, si es necesario, construir una nueva aplicación basándose en esos mismos servicios.

Estas aplicaciones se pueden construir rápidamente porque las interfaces permiten a los desarrolladores conectarse a los servicios sin tener que enlazar directamente con el código dentro de ellos. Ni siquiera tienen que saber cómo se construyó el servicio o en qué tipo de lenguaje fue escrito.



Todas las organizaciones que buscan administrar su base tecnológica de una manera rentable y tienen como objetivo el despliegue rápido de sistema deben considerar hacer las inversiones apropiadas en arquitectura empresarial orientada a servicios.

Una capa de abstracción, también llamado nivel de abstracción, es una forma de ocultar los detalles de implementación en ciertas funcionalidades y favorecer la independencia de cada uno de los componentes interconectados.

Las técnicas SOA son aplicables a una capa de TI, definen una metodología de desarrollo de aplicaciones, un enfoque para construir sistemas de información a partir de módulos de software comunes (partes), llamados servicios. El objetivo del desarrollo basado en SOA es permitir a las organizaciones montar sistemas empresariales a partir de módulos comunes catalogados de manera más sencilla. Los métodos SOA son utilizados por las empresas con el objetivo de lograr flexibilidad, agilidad y mejoras en la productividad al momento de desarrollar sistemas. De hecho, al permitir la reutilización, SOA reduce los costos de integración a largo plazo y proporciona un desarrollo más rápido de aplicaciones empresariales. Este enfoque de desarrollo puede requerir más esfuerzo al inicio, en el diseño y la planificación cuando el paradigma adoptado y aplicado por primera vez, pero permite a las organizaciones construir sistemas cada vez más rápidamente y a un precio que se va reduciendo a medida que el inventario de módulos reutilizables crece con el tiempo.

Mientras que los Servicios Web son generalmente aplicables al nivel lógico de software, se ha defendido que la arquitectura de tecnología puede o debe ser vista en términos de un modelo de servicios. Ciertamente, un enfoque orientado a servicio de recursos físicos de TI puede ayudar a la introducción de métodos de virtualización, utilidad, computación en grilla, procesamiento en la nube, etc. para el área de infraestructura, almacenamiento y redes. En esta situación, los módulos de entrega de servicios son módulos de hardware de alto nivel (en lugar de software).

Los servicios web deben mantener ciertos patrones de diseño que permiten su correcto funcionamiento, los mismos son definidos a continuación:



El principio del desarrollo modular está definido por la división del software en distintos paquetes independientes entre sí.

El principio de capa abstracta se define como el conjunto de módulos que conforman una unidad lógica de desarrollo de software. Las capas abstractas suelen interconectarse entre sí para realizar distintas funciones, el ejemplo más común es el desarrollo en tres capas MVC (Modelo, Vista, Controlador).

El principio de la reutilización define la capacidad de definir cada servicio como una unidad funcional que le brinde información y procesos a varios sistemas a la vez. Evita duplicar esfuerzos porque los procesos están definidos en un solo lugar.

El principio de la extensibilidad define la posibilidad de que un servicio sea llamado desde otros servicios, permitiendo así el desarrollo de funciones más complejas.

### **Beneficios de SOA**

La principal ventaja de la arquitectura orientada a servicios en relación a la gestión es que puede adoptar una perspectiva centrada en operaciones y procesos de negocio. Esto permite que los gerentes de negocios puedan identificar lo que tiene que ser añadido, modificado o eliminado en función de las necesidades de la empresa, los sistemas de software pueden adaptarse a los procesos de negocio y no al revés, como se ve comúnmente en muchos sistemas corporativos.

*“Hay cinco ventajas básicas en el uso de SOA, además de varios beneficios auxiliares: (1) perspectiva centrada en el negocio para el desarrollo de software, (2) menor costo incremental para el desarrollo, se hace cada vez más barato ya que se reutilizan los servicios ya desarrollados (3) menores requisitos de capacitación y*



*habilidades, (4) menores costos de mantenimiento y (5) un ciclo de desarrollo más rápido.” (Minoli, 2008, pág. 208)<sup>3</sup>*

Con un catálogo de servicios, se diseñan nuevas aplicaciones mediante el uso de los servicios previamente desarrollados, un nuevo sistema puede utilizar componentes del catálogo de servicios y añadir nuevas funciones. Con el tiempo, la fracción del sistema que podría construirse a partir de servicios de software preexistentes aumentará. (A medida que los proyectos crean nuevos módulos de servicio, estos se agregarán al catálogo y estarán disponibles para su reutilización), el esfuerzo incremental para desarrollar un nuevo sistema disminuye gracias al entorno SOA.

Esta característica de tener una interfaz neutral que no está ligada específicamente a ninguna implementación particular se conoce como acoplamiento suelto entre los servicios. El beneficio de un sistema poco acoplado es su agilidad y capacidad para sobrevivir a cambios evolutivos en la estructura a través del tiempo y a la implementación de los procesos internos de cada servicio que componen la aplicación completa. El acoplamiento excesivo, por otra parte, significa que las interfaces entre los diferentes componentes de una aplicación están estrechamente interrelacionadas en función y formato, haciéndolas quebradizas cuando se requiere cualquier forma de cambio en las partes o en la aplicación completa.

SOA permite la reutilización de los activos existentes, donde se pueden crear nuevos servicios a partir de una infraestructura de sistemas de TI existente. Permite a las empresas aprovechar las inversiones existentes al permitirles reutilizar aplicaciones existentes y genera interoperabilidad entre aplicaciones y tecnologías heterogéneas ya disponibles en la organización. Permite a los desarrolladores construir sistemas más rápidamente que en un entorno tradicional.

---

<sup>3</sup> Cita en idioma original:

*“There are five basic benefits in using SOA, in addition to several ancillary benefits: (1) businesscentric perspective in software development, (2) lower incremental cost for development, (3) lower training and skill requirements, (4) lower maintenance costs, and (5) faster development cycle” (Minoli, 2008, pág. 208)*



En un contexto empresarial, los procesos de negocio pueden no solo incluir operaciones entre departamentos corporativos, sino también con otras entidades externas a la organización. SOA permite la interconexión de distintos sistemas a través de tecnologías web estándar, permite acceder a información y generar procesos situados en otras organizaciones y físicamente distantes. Por ejemplo, para realizar un pedido de compra / venta se puede consultar la cotización en tiempo real del valor de una divisa extranjera, como ser el dólar.

### **Independencia de la plataforma**

Gracias a las tecnologías y protocolos web estándar, SOA generalmente reduce el número de habilidades de programación que una empresa necesita para desarrollar aplicaciones, se reduce la capacitación requerida por el equipo de desarrollo. Con SOA, la compañía en general sólo necesita desarrolladores que entiendan de servicios web; Bajo el protocolo HTTPS podemos conectarnos a distintos servicios sin importar su ubicación geográfica y su plataforma de funcionamiento. Los servicios web hablan un lenguaje común que puede ser XML o JSON por ejemplo y no necesitan saber lo que hay detrás del servicio, el sistema operativo que utilizan, la base de datos o el lenguaje de programación en el cual está desarrollado. Los módulos son independientes y autónomos, solo deben ser llamados y devolverán la información en un lenguaje común (XML o JSON).

### **Mejor disponibilidad, transparencia de ubicación**

Los servicios se ejecutan en plataformas web, el sistema de nombre de dominios puede manejar varios servidores al mismo tiempo y no se necesita saber la ubicación de estos servidores por parte del cliente. Cuando se entra a un sitio web, como ser [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com), no se sabe realmente en donde está ubicado físicamente el servidor al cual nos brinda el servicio. Debido a que la ubicación física de un servicio ya no importa, si es necesario se puede trasladar el servicio de forma transparente a un servidor más potente para atender a más consumidores.



Gracias a las características heredadas de la plataforma web, se pueden tener varias instancias de un servicio corriendo en paralelo en distintas ubicaciones geográficas, es posible realizar balanceo de cargas entre los distintos servidores y garantizar una alta disponibilidad. El sistema de nombres de dominio define un sistema jerárquico en el que cada sitio web se aloja como mínimo en 2 servidores distintos, preferentemente ubicados en ciudades distintas, y maneja la redirección al servidor secundario en caso de que el primario no se encuentre disponible. Eso permite garantizar una mejor disponibilidad y brinda una mayor seguridad a la hora de desarrollar una sólida infraestructura basada en web.

### **Mejor escalabilidad, reutilización del código**

Un servicio puede reutilizar a la vez otros servicios, esta retroalimentación permite mejorar la funcionalidad de la aplicación de manera fácil y rápida.

Debido a que SOA descompone una aplicación en pequeñas unidades funcionales independientes, los servicios pueden reutilizarse en múltiples aplicaciones a la vez, reduciendo así el coste del desarrollo. Además, una empresa puede aprovechar sus sistemas heredados, sin importar donde estén instalados ni como hayan sido construidos, para crear funcionalidades adicionales sin tener que reconstruir todo el sistema. También ayuda a la empresa a integrar sus aplicaciones con las de sus socios estratégicos como ser proveedores y clientes importantes.

Con la reutilización, el costo de desarrollar cada nueva aplicación adicional disminuye, y el costo total de desarrollo es menor que la implementación de cada aplicación adicional de forma independiente. La definición de un servicio que se puede invocar de manera estándar en múltiples aplicaciones permite la eliminación de una parte importante del código redundante común a muchas aplicaciones de TI.

Al necesitar hacer un cambio en una función específica, gracias a la reutilización, los programadores de mantenimiento deben realizar cambios en solo un módulo de software en lugar de realizar cambios en todos los lugares que utilizan dicha



función. Por lo tanto, los costos de mantenimiento de la aplicación se reducen y los nuevos cambios se pueden acomodar rápida y fácilmente.

### **Desarrollo paralelo y mayor capacidad de prueba**

Debido a que los servicios son independientes de los demás componentes del sistema, y solo tienen pequeñas dependencias entre ellos, se pueden programar y probar en paralelo, acortando considerablemente los tiempos de desarrollo.

Pequeños servicios independientes son más fáciles de probar y depurar que las aplicaciones tradicionales. Al ser servicios independientes, prácticamente se necesitan realizar solo pruebas unitarias que verifiquen el buen funcionamiento de cada una de las opciones del servicio. La necesidad de pruebas de integración se ve minimizada ya que los servicios en sí mismos mantienen una independencia funcional que garantiza su buen acoplamiento con los demás componentes del sistema. Una etapa de prueba más eficiente conduce a un software más confiable y seguro.

El bajo acoplamiento es el principio fundamental detrás de SOA que permite brindar gran agilidad al desarrollo de software bajo esta arquitectura. El acoplamiento informático indica el nivel de dependencia entre los distintos componentes de una aplicación, es decir, la posibilidad de ejecutar un módulo por separado, sin que este necesite llamar a otros módulos.

Debido a que un servicio es una implementación discreta independiente de otros servicios, los desarrolladores responsables de un servicio pueden enfocarse completamente en implementar y mantener ese servicio sin tener que preocuparse por otros servicios.

### **Lenguaje de negocio, nomenclatura intuitiva**

Los servicios web brindan funciones específicas que están definidas en un lenguaje amigable para el usuario de negocio, pueden ser entendidas por cualquier gerente o director sin necesitar conocimientos técnicos.



No es necesario tener conocimientos técnicos para saber de qué se trata cada una de las funciones de este servicio. La nomenclatura de los mismos es muy intuitiva, permite a un programador Junior o a un gerente saber interpretar de qué se trata cada función con tan solo leer el nombre.

Desarrollar sistemas basándonos en estas funciones comunes permite generar una buena interacción entre los programadores y los gerentes, permitiendo hablar un lenguaje común a ambos mundos.

Con una arquitectura orientada a servicios, la funcionalidad de la aplicación se expone a través de una colección de servicios. Estos servicios son independientes y encapsulan la lógica de negocio y sus datos asociados, brindando un bajo nivel de acoplamiento entre los distintos servicios, que quedan interconectados a través de mensajes con un formato definido y en un protocolo común.

### **Beneficios según perfiles empresariales**

Para los desarrolladores y arquitectos de software, la arquitectura orientada a servicios es un medio para crear aplicaciones dinámicas y colaborativas. Al hablar un idioma que se entiende tanto desde el mundo de tecnología como desde el mundo empresarial, el análisis de requerimientos se puede realizar de una manera más sencilla, pudiendo realizar demostraciones del software de manera temprana. Al basarse en tecnologías web, ser modular y mantener una abstracción física, se pueden desarrollar distintas funcionalidades a la vez y permite cambiar de proveedores de servicios de una manera fácil, sin necesitar realizar mayores cambios en los sistemas desarrollados.

Los líderes de proyectos se ven beneficiados por la simpleza de la arquitectura que facilita el entrenamiento de programadores principiantes para el desarrollo módulos con interfaces simples basadas en estándares web. Esto conlleva a un ahorro en costos ya que no se necesita de personal altamente calificado para desarrollar estos servicios web.

Para el gerente de sistemas, la arquitectura orientada a servicio es un medio para reusar la infraestructura y capacidad instalada que posee la organización, permitiendo



integrar eficazmente los diversos sistemas heredados. Esto proporciona una mejor amigabilidad con el usuario ya que no se necesitan hacer cambios de sistemas ni de interfaces gráficas, los operarios pueden seguir usando los mismos sistemas que ya venían usando.

La arquitectura SOA proporciona un modelo para integrar la información y la lógica de negocio de múltiples sistemas en una sola capa abstracta, permite que diversos sistemas sean manejados y dirigidos mediante el uso de interfaces desarrolladas bajo estándares comunes.

Para el gerente de sistemas o jefe de información, SOA es un medio para proteger las inversiones de TI existentes sin afectar el desarrollo e implementación de nuevas funcionalidades. Al modelar una aplicación de negocio y manejarla a través de interfaces basadas en servicios, se permite el desarrollo de distintas aplicaciones compartiendo los mismos servicios. SOA permite adaptarse a los cambios de requerimientos de una manera más rápida y eficiente.

Para los distintos gerentes, SOA mejora la justificación de inversiones en tecnología al permitir que estén más alineadas con las estrategias de negocio. Tener una capa abstracta con el núcleo de servicios básicos hace más fácil el análisis funcional y se tiene una visión más precisa de toda la tecnología de la organización.

### **SOA y la mejora de procesos**

Como se aprecia en el libro Próxima Generación SOA (Erl, y otros, 2014) las empresas pueden, mediante una arquitectura orientada a servicios, cambiar la forma de trabajar en la organización, transformar la cultura, prioridades y generar mejoras continuas en sus procesos. Todo esto se realiza gracias a la flexibilidad de contar con un abanico de componentes que se pueden adaptar para resolver un amplio espectro de problemas de negocios que, a su vez, pueden variar con el tiempo.

*“Implementados correctamente, los servicios manejados por SOA (o cualquier capacidad de TI reutilizable) deben romper el cuello de la botella de IT que es familiar a la mayoría de las organizaciones. La visión es que los desarrolladores ensamblen el*



*código existente en lugar de escribir nuevo código y que los empresarios implementen procesos empresariales familiares en lugar de diseñar, probar y adoptar nuevos procesos. Los servicios reutilizables deberían ahorrar tiempo y dinero reduciendo la tarea de desarrollo. En teoría, de todos modos, los beneficios deberían ser sustanciales. Los costos de desarrollo e implementación deberían reducirse mientras la agilidad de los negocios se eleva.” (Ross, Curran, & Chapman, Reuse and SOA: Recalibrating Expectations, 2008, pág. 1) <sup>4</sup>*

Esta flexibilidad que se genera al reutilizar los componentes de la capa SOA, permite alinear los procesos y sistemas a las necesidades estratégicas de la organización y generar así ventajas competitivas. Ya sea para aprovechar alguna oportunidad de negocio o para adaptarse a una situación particular del mercado, la arquitectura debe ser lo suficientemente flexible para poder responder a estas necesidades de manera oportuna y eficiente.

### **SOA y la integración de sistemas y repositorios de datos**

Trabajando con soluciones como virtualización y procesamiento en la nube, se han abaratado los costos y mejorado notablemente los conceptos de escalabilidad y fiabilidad de los procesos basados en servicios.

En el trabajo Documentando Arquitecturas de Software (Clements, y otros, 2010) se define que las Arquitecturas orientadas a servicios consisten en una colección

---

<sup>4</sup> Cita original en inglés:

*“Implemented properly, SOA-driven services (or any reusable IT capability) should break the IT bottle neck familiar to most organizations. The vision is for developers to assemble existing code rather than write new code and for business people to implement familiar business processes rather than design, test, and adopt new processes. Reusable services should save time and money by reducing the development task. In theory, anyway, the benefits should be substantial. Development and implementation costs should shrink while business agility soars.” (Ross, Curran, & Chapman, Reuse and SOA: Recalibrating Expectations, 2008, pág. 1)*



de componentes distribuidos que proporcionan y consumen servicios. En SOA, componentes de proveedores de servicios y componentes consumidores de servicios pueden utilizar diferentes lenguajes y plataformas de implementación. Los servicios son en gran medida independientes, suelen ser desplegados de forma transparente y pertenecer a diferentes sistemas y manejar distintas fuentes de información.

El beneficio más visible de SOA es la interoperabilidad, la arquitectura orientada a servicios realiza la integración entre diferentes aplicaciones, sistemas heredados y ofrece los elementos necesarios para interactuar con otros servicios externos disponibles a través de Internet. Las implementaciones de SOA también permiten la reconfiguración dinámica, sustituir o agregar componentes dependiendo las necesidades estratégicas de la organización.

La informática y los sistemas de información son un componente indispensable de cualquier organización, sin importar su tamaño (chica, mediana o grande), la actividad que desarrollen (sector primario, secundario, terciario, cuaternario), o si persiguen o no fines de lucro: Toda organización se soporta cada vez más en los sistemas de información.

## **Metodología de trabajo**

Para el desarrollo del trabajo final de maestría se realizó un trabajo exploratorio descriptivo y explicativo donde se estudiaron los aspectos relacionados con la arquitectura orientada a servicios. Se aplicó un enfoque cualitativo, trabajando con organizaciones de distinta naturaleza, industria y características. La temática en cuestión se enfoca en organizaciones de tamaño pequeño y mediano, pero puede ser aplicado también a grandes empresas.

Para cumplir con el objetivo principal se realizaron 2 actividades:

Por un lado, se llevaron a cabo una serie de entrevistas a socios gerentes y jefes de distintas áreas para investigar la situación actual o el estado del arte de los sistemas en empresas MiPyMEs. El objetivo fue responder a las siguientes interrogantes:

- Conocer que aplicaciones se utilizan con más frecuencia



- Descubrir si existe duplicidad de datos entre las distintas aplicaciones
- Destacar la conveniencia de poseer procesos productivos flexibles.

A fines de abordar el primero de los objetivos secundarios, la escalabilidad que brinda una arquitectura orientada a servicios, se exploró la literatura relacionada con dicha arquitectura y sus características técnicas que brindan la posibilidad de reutilización de recursos.

Para abordar el segundo de los objetivos secundarios, los bajos costos de la arquitectura a mediano y largo plazo, se exploró la literatura referente a la arquitectura web, el software de código abierto y los servicios basados en internet.



## **Desarrollo**

### **Presentación**

Lo más interesante de la arquitectura empresarial es que toda organización posee una, aunque no esté definida en ningún documento ni se sea realmente consciente de que se posee. Toda organización se basa en una serie de procesos que son apoyados en mayor o menor medida por la infraestructura tecnológica. La forma en que se conjugan los distintos componentes de la organización definen su arquitectura, esta pudo haber sido diseñada y pensada, o puede ser el simple resultado de la forma natural en que se resolvieron los problemas sobre la marcha.

Toda organización conjuga a su manera los 4 pilares fundamentales de la arquitectura empresarial: procesos, aplicaciones, datos e infraestructura. El resultado de dicha conjunción es su propia arquitectura.

A continuación, se desarrolla el estado del arte en este tipo de empresas, trabajo que se realiza a través de una serie de entrevistas a distintos gerentes y dueños de compañías.

### **Estado del arte de las MiPyMEs**

Por un lado, tenemos a las micro empresas, pequeños emprendimientos de hasta 10 personas que por lo general trabajan en una sola oficina, cuya infraestructura tecnológica se resume a un conjunto de computadoras conectadas a un mismo dispositivo de red, computadoras que pueden tener algunas carpetas compartidas y algún servidor en caso de contar con algún software de gestión centralizado.

Por otro lado, tenemos a las pequeñas y medianas empresas, que suman entre 10 y 200 empleados en total y pueden encontrar en distintas locaciones, sucursales y manejando una infraestructura de tecnología un poco más compleja, donde la cantidad de computadoras puede superar al centenar y suelen manejarse una infraestructura tecnológica más compleja.



Al analizar las entrevistas realizadas en el presente trabajo, podemos sacar una serie de conclusiones que serán detalladas a continuación: se confirma el concepto de que las empresas MiPyMEs se encuentran en las etapas 1 y 2 del modelo de maduración de arquitectura de TI, las aplicaciones son instaladas como silos independientes unos de otros, poseen varios sistemas trabajando en paralelo, mantienen distintos repositorios que genera duplicación de datos. Al manejar distintos sistemas, con bases de datos independientes, se mantienen distintas instancias de una misma entidad produciendo varios valores distintos para un mismo dato. Se confirma la necesidad que tienen las empresas a mantener un repositorio unificado de información y procesos digitales. Los niveles gerenciales y directivos ven necesario contar con información precisa y oportuna, no se pueden tomar decisiones si se cuenta con varios valores distintos sobre una misma entidad y ven como una pérdida de tiempo y dinero depender de un proceso de cotejamiento para cada una de las inconsistencias.

Otra característica que se deduce del análisis de las entrevistas es que las empresas poseen una estructura lo suficientemente rígida que no ayuda a generar los cambios que necesite en tiempo y forma. La falta de flexibilidad es un problema al trabajar en mercados cambiantes y competitivos. Ante la necesidad de modificar los procesos productivos, las empresas no pueden responder de manera oportuna.

La tecnología ha generado modificaciones en el comportamiento de los consumidores, la información se encuentra disponible durante las 24 horas en internet y se masificó el uso de teléfonos celulares inteligentes para recibir y enviar datos en tiempo real.

*“La agilidad del negocio permite a una empresa responder más rápidamente a las oportunidades del mercado. La agilidad del negocio se puede ver en (a) el tiempo requerido para lanzar un nuevo producto; (B) el tiempo requerido para escalar hacia arriba o hacia abajo en respuesta a las demandas cambiantes; C) el tiempo necesario para transformar las operaciones comerciales, como pasar de una organización regional a una organización segmentada por clientes; y; (D) el tiempo requerido para absorber una fusión. Dado que la velocidad es una dimensión tan crítica de la agilidad del negocio, se deduce que una mayor reutilización debería acelerar la implementación*



y la agilidad del negocio.” (Ross, Curran, & Chapman, Reuse and SOA: Recalibrating Expectations, 2008, pág. 2)<sup>5</sup>

Los nuevos mercados demandan al negocio la necesidad de apoyar su operatoria en una sólida base de servicios al consumidor. Información detallada del catálogo de productos, información histórica de compras, toma y seguimiento de pedidos son algunos de los ejemplos que deben ser manejados por las organizaciones que quieren ser competitivas en la actualidad. Los consumidores quieren tener la posibilidad de visualizar los catálogos de productos desde las pantallas de sus teléfonos celulares, comprobar ofertas de productos, su disponibilidad y demás datos en tiempo real, desde cualquier lugar y accesible desde cualquier dispositivo. El soporte para este tipo de panoramas por parte de las empresas requiere capacidades tecnológicas web. Una empresa que puede armar una amplia infraestructura de información está bien posicionada para lograr sus objetivos en cualquier mercado competitivo. Siguiendo este concepto, podemos decir que una empresa requiere de una infraestructura integral de información para satisfacer las demandas contemporáneas del negocio. El problema es que muchas empresas tienen decenas de aplicaciones para lograr sus objetivos, y junto con la infraestructura de hardware se crea un ambiente que es difícil de gestionar, optimizar y migrar a un posible escenario futuro. Lo que las empresas necesitan es tener la capacidad de generar una infraestructura bien planificada y diseñada que le brinde flexibilidad y escalabilidad a la organización.

---

<sup>5</sup> Cita en su idioma original:

*“Business agility allows a firm to respond faster to market opportunities. Business agility can be seen in (a) the time required to launch a new product; (b) the time required to scale up or down in response to changing demands; (c) the time required to transform business operations, such as moving from a regional organization to a customer segmented organization; and; (d) the time required to absorb a merger. Since speed is such a critical dimension of business agility, it follows that more reuse should accelerate implementation and business agility.”* (Ross, Curran, & Chapman, Reuse and SOA: Recalibrating Expectations, 2008, pág. 2)



## SOA en MiPyMEs

Como ya se señaló, las micro, pequeñas y medianas empresas se encuentran en las etapas 1 y 2 del modelo de maduración de arquitectura de TI, las aplicaciones son instaladas como silos independientes unos de otros, poseen varios sistemas trabajando en paralelo, mantienen distintos repositorios que genera duplicación de datos. Para poder avanzar a las etapas 3 y 4 del modelo de maduración de arquitectura, se necesita generar una capa abstracta que haga de interlocutor entre los distintos componentes tecnológicos y pueda ser utilizada para generar nuevas aplicaciones y sistemas. Para cumplir con dicho planteo, analizaremos a continuación la arquitectura orientada a servicios.

*“Los sistemas que se construyen para cambiar son más valiosos que los sistemas que están contruidos para durar. En realidad, los sistemas que se construyen para cambiar son los únicos que duran. SOA se utiliza para construir sistemas que están destinados a cambiar. Los portafolios de SOA comienzan pequeños y se mantienen, se modifican y se expanden gradualmente con el tiempo a medida que cambian los requerimientos del negocio y se incorporan funciones empresariales adicionales al ámbito de la comunidad de servicios.” (Abrams & Schulte, 2008, pág. 3)<sup>6</sup>*

Esto es posible gracias al protocolo de transferencia de hipertexto o HTTP (de sus siglas en inglés) que es el protocolo de comunicación que utilizan los sitios web en internet. Permite la transferencia de información entre las distintas computadoras conectadas a la red, ya sean clientes o servidores, y permite el intercambio de distintos

---

<sup>6</sup> Cita en idioma original:

*“Systems that are built to change are more valuable than systems that are built to last. In reality, systems that are built to change are the only ones that last. SOA is used to build systems that are intended to change. SOA application portfolios start small and are incrementally maintained, modified and expanded over time as business requirements change and additional business functions are brought into the scope of the service community.” (Abrams & Schulte, 2008, pág. 3)*



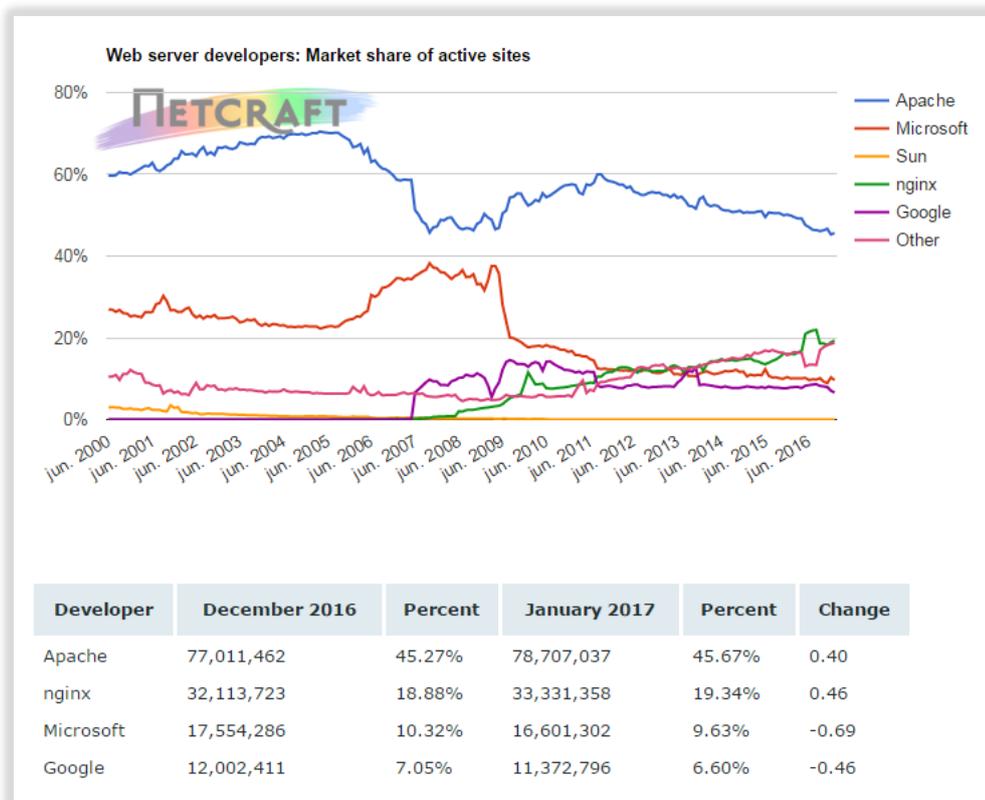
tipos de contenidos y archivos, ya sean textos, imágenes, planillas de cálculo, videos o cualquier tipo de contenidos multimedia.

El protocolo HTTPS es la versión segura del protocolo HTTP, se dice que es segura porque los datos se transfieren de manera codificada de tal forma que nadie pueda entenderla más que el destinatario del mensaje. Empezó siendo utilizada por entidades bancarias y sitios de comercio electrónico, pero hoy en día se generalizó su uso ampliándose a casi cualquier sitio que posea una zona restringida para usuarios registrados (acceso por usuario y contraseña). Es protocolo utiliza distintos métodos de cifrado o encriptación para crear un canal seguro por donde enviar la información entre dos computadoras, si un tercero intenta leer la información, simplemente encontrará un mensaje inentendible.

Este protocolo seguro permite la utilización de los servicios de nuestra red empresarial de manera remota, conectarnos a nuestros servidores desde cualquier lugar del mundo y utilizar los servicios como si estuviésemos sentados en la computadora de la oficina.

Ahora bien, para brindar un servicio en internet se necesita alojar dicho servicio en un servidor web, que no es más que una computadora muy potente que está conectada a red las 24 horas del día a la espera de recibir peticiones por parte de los distintos usuarios del servicio. Estas máquinas de servidor se pueden contratar de manera exclusiva o compartida, ya que son computadoras con un muy elevado nivel de procesamiento, se suele contratar el alquiler de una pequeña porción compartiendo así los recursos con otros servicios. Existen una gran cantidad de empresas que brindan estos servicios de alojamiento virtual y el costo del mismo es realmente bajo.

En cuanto al software que se necesita para implementar un servidor, existen sistemas operativos de código abierto que vienen pre configurados para realizar las funciones típicas de los servidores. Podemos dar el ejemplo de CENTOS o UBUNTU SERVER como sistemas operativos de código abierto, o APACHE que es un servidor web muy utilizado a nivel mundial para configurar aplicaciones y sistemas web, se estima que está instalado en casi el 50% de los servidores existentes en la actualidad (Netcraft, 2017), lo que no deja dudas en cuanto a su sólido desarrollo y mantenimiento.



*Evolución de los servidores web (Netcraft, 2017)*

Estos sistemas operativos ya vienen con las principales aplicaciones que podemos necesitar a la hora de alojar un servicio web, como ser un servidor HTTP, un motor de base de datos, herramientas de desarrollo y aplicaciones activadas de forma predeterminada para la seguridad del servidor. Cabe destacar que estos sistemas de código abierto son totalmente gratuitos, no se necesita pagar licencia alguna y realizar ningún tipo de desembolso de dinero.

Para dar un ejemplo concreto, se enumera una configuración típica para un servidor web con todas tecnologías de código abierto que no requieren inversión alguna en licencias de software. Estos sistemas se encuentran implementados en miles de servidores web alrededor del mundo, son desarrollos muy maduros que pueden ser utilizados bajo las condiciones más exigentes:



Sistema operativo: Centos o Ubuntu Server (Linux)

Servidor web: Apache

Motor de base de datos: MySQL o PostgreSQL

Lenguaje de desarrollo: PHP o PERL

Como ya mencionamos de manera más general, SOA es una forma de conectar aplicaciones a través de una red, utilizando un protocolo de comunicaciones común. Desde esta perspectiva, es un estilo arquitectónico para la construcción de aplicaciones de software integradas que utilizan servicios disponibles en una red, como Internet o la intranet corporativa. Como vemos, esto permite a los desarrolladores tratar las aplicaciones como servicios de red que se pueden concatenar para crear un proceso de negocio más complejo, reutilizando las funciones que ya estaban desarrolladas y bajando así los tiempos y costos de desarrollo.

Como se ve, SOA es una excelente opción a la hora de definir una arquitectura empresarial que sea económica, flexible y escalable en el tiempo.

A continuación, se muestra un servicio web llamado mediante el protocolo REST que realiza búsquedas de clientes por ciudad, devolviendo la información en XML:

URL o dirección REST:

<https://misoa.com/clientes/buscarporciudad/bariloche>

Código que devuelve:

**Ejemplo XML:**



```
<clientes>
  <cliente>
    <nombre>Esteban</nombre>
    <apellido>Quintana</apellido>
    <dirección>Mitre 524, Bariloche</dirección>
  </cliente>
  <cliente>
    <nombre>Juan Manuel</nombre>
    <apellido>Gutierrez</apellido>
    <dirección>Bustillo 6354, Bariloche</dirección>
  </cliente>
  <cliente>
    <nombre>Laura</nombre>
    <apellido>Amézaga</apellido>
    <dirección>Moreno 547, Bariloche</dirección>
  </cliente>
</clientes>
```

El mismo ejemplo utilizando JSON en vez de XML

URL o dirección REST:

```
Https://misoa.com/clientes/buscarporciudad/bariloche?format=JSON
```

Código que devuelve:

### Ejemplo JSON:

```
{ [
  {
    'nombre':'Esteban',
    'apellido':'Quintana',
    'dirección':'Mitre 524, Bariloche'
  },
  {
    'nombre':'Juan Manuel',
    'apellido':'Gutierrez',
    'dirección':'Bustillo 6354, Bariloche'
  },
],
```



```
{  
  'nombre':'Laura',  
  'apellido':'Amézaga',  
  'dirección':'Moreno 547, Bariloche'  
}  
}}
```

SOA en sí es una construcción abstracta que muestra cómo los componentes del software pueden utilizarse y que lenguaje se usará para enviar y recibir información, como ser JSON o XML, pero también requiere el apoyo en la seguridad y en un correcto manejo del catálogo de las funciones que posee cada servicio.

Una ventaja demostrable de SOA es la reutilización de código: los desarrolladores sólo tienen que averiguar las interfaces de las aplicaciones existentes en lugar de escribir nuevas aplicaciones desde el principio cada vez que se desarrollan nuevas reglas de negocio. Para dar un ejemplo concreto veremos los servicios típicos de un servicio de clientes, en donde podremos ver la facilidad de uso y la manera intuitiva que tiene SOA para definir sus funciones.

```
Https://misoa.com/clientes/buscarPorLocalidad/Castelar  
Https://misoa.com/clientes/buscarPorID/45  
Https://misoa.com/clientes/buscarPorDeuda/5000  
Https://misoa.com/clientes/buscarPorVolumenCompra  
Https://misoa.com/clientes/buscarPorDeuda  
Https://misoa.com/clientes/guardar/45;
```

Como se ve en el ejemplo anterior, cada servicio tiene un número variado de funciones que podemos re-utilizar a la hora de crear nuevas aplicaciones, no necesitamos saber en qué lenguaje fue desarrollado el servicio web ni donde está ubicado, solo debemos conocer la dirección web del servicio e invocarlo. Ya que el servicio nos responderá en un lenguaje estándar que es entendible e interpretable por el lenguaje de programación que nosotros estamos utilizando.



Cabe mencionar que esos servicios pueden estar comunicándose internamente con otros sistemas utilizados por la empresa como ser un CRM o un ERP o con distintos servicios o motores de bases de datos. Esto genera una gran solución para los sistemas heredados, permite seguir utilizándolos por los miembros de la organización y no tener que invertir en soluciones que ya se encuentran implementadas en la empresa.

El modelo SOA fomenta una división entre lo que ya está desarrollado e implementado y lo que falta desarrollar, permitiendo enfocarse en las nuevas funcionalidades y reducir así su costo de desarrollo. Fomenta también la división del trabajo en lo que se refiere al desarrollo del sistema: el desarrollador se centra en la creación de unidades funcionales (servicios), y el arquitecto se centra en cómo las unidades encajan para generar sistemas complejos.



Capa SOA conectada a las distintas aplicaciones que la utilizan.



## Conclusiones

A través del análisis de las entrevistas realizadas a distintos empresarios referentes de las micro, pequeñas y medianas empresas (ver anexo 1), se presenta como válida la premisa del estado del arte propuesta para este tipo de organizaciones. Se sugiere que las MiPyMEs cuentan con varias aplicaciones instaladas trabajando en paralelo y que mantienen varios repositorios de datos con la misma información, generando duplicidad de datos y aumentando las inconsistencias entre los mismos. También se muestra la preferencia por reutilizar la capacidad tecnológica instalada y no tener que realizar inversiones para cambiar funciones que ya se encuentran funcionando.

Después de haberse realizado el análisis detallado del marco teórico con respecto a la arquitectura empresarial en general y a la arquitectura orientada a servicios en particular, se acepta como cumplido el objetivo principal del presente trabajo: describir una arquitectura flexible que permita a las empresas adaptarse de manera oportuna y eficiente a los diferentes escenarios que puedan surgir en el mercado.

Al desarrollar una capa abstracta basada en servicios web, independientes y reutilizables, que hacen de interlocutor entre los distintos componentes tecnológicos ya disponibles en la organización, se logra un nivel avanzado de control que permite la implementación de soluciones de software según los objetivos estratégicos de la organización. Se alcanzan, de esta manera, las etapas 3 y 4 en el modelo de madurez de arquitectura empresarial y se cumple con el primer objetivo secundario, mejorar el acoplamiento y sincronización de la arquitectura de sistemas con la arquitectura de la organización. Las aplicaciones pueden adaptarse a las necesidades del negocio, permitiendo cumplir los objetivos estratégicos y generando así, ventajas competitivas.

El segundo objetivo secundario, mostrar el bajo costo que puede alcanzar una solución SOA, se presenta en el análisis de los beneficios del marco teórico (reutilización de funciones, aprovechamiento de la capacidad instalada, desarrollo rápido y oportuno, etc.) y en el análisis de soluciones con tecnologías de código abierto.

Se concluye entonces, que la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) es aplicable a micro, pequeñas y medianas empresas porque permite el desarrollo de



nuevas funcionalidades de manera ágil, escalable y a un bajo costo por basarse en estándares web y reutilizar la capacidad instalada de la organización.

Además de las entrevistas y la exploración bibliográfica, también se fundamenta la validez del presente trabajo a través de un caso práctico de estudio, como se puede apreciar en el anexo 2. Se trata de una empresa PyME de aproximadamente 25 empleados que, gracias a la implementación de la arquitectura SOA, pudo integrar la información de sus distintos departamentos en una serie de servicios web accesibles desde cualquier aplicación y dispositivo conectado a su red privada virtual. El control brindado por la capa SOA permitió no solo manejar la planta productora y los canales de venta en el país, sino que ayudó también a proyectar la compra de otra planta productora en Brasil y permitir su administración de manera remota con el mismo sistema, realizándole solo unas pocas modificaciones.



## Referencias Bibliográficas

- Abrams, C., & Schulte, R. W. (2008). *Service-Oriented Architecture Overview and Guide to SOA Research*. Gartner.
- Clements, P., Bachmann, F., Bass, L., Garlan, D., Ivers, J., Little, R., . . . Stafford, J. (2010). *Documentando Arquitecturas de Software: Vistas y más allá, 2da edición*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2014). *Inestabilidad y desigualdad*. Publicación de las Naciones Unidas.
- Donato, V. N., Belacín, M., Bargados, A., & Fundación observatorio Pyme. (2015). *2013-2014 Evolución reciente, situación actual y desafíos para 2015*.
- Erl, T., Chelliah, P., Gee, C., Kress, J., Maier, B., Normann, H., . . . Winterberg, T. (2014). *Próxima Generación SOA*. Prentice Hall.
- Minoli, D. (2008). *Arquitectura Empresarial A a la Z: Frameworks, Modelado de Procesos de negocio, SOA, e Infraestructura Tecnológica*. Florence: Auerbach Publications.
- Muhammad Suhaizan Sulong, A. A. (2013). *Enterprise-Wide Service-Oriented Architecture Initiative with Information Quality for Agility in Services Environment*. Sci.Int.(Lahore).
- Netcraft. (2017). Obtenido de <https://news.netcraft.com/archives/2017/01/12/january-2017-web-server-survey.html>
- Ross, J. W., Curran, C., & Chapman, j. (2008). *Reuse and SOA: Recalibrating Expectations*. MIT Center for Information Systems Research Sloan School of Management.
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. C. (2006). *Enterprise Architecture as Strategy*. Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business Press.
- William Ulrich, N. M. (2010). *Business Architecture*. Tampa, Florida, USA: Meghan-Kiffer Press.



## **Anexo 1 – Entrevistas a empresarios MiPyMe**

Las siguientes entrevistas se realizaron de forma personal y desestructurada, se dialogó junto a los entrevistados para conocer la situación actual de los sistemas en empresas MiPyMEs. Cabe destacar que todos los entrevistados son propietarios o encargados de sistemas de micro, pequeñas o medianas organizaciones.

Empresa nro. 1: Broker de seguros, 22 empleados.

Empresa nro. 2: Fábrica de muebles, 12 empleados.

Empresa nro. 3: Desarrollo de sistemas, 6 empleados.

Empresa nro. 4: Fábrica de artículos de jardinería, 43 empleados.

Empresa nro. 5: Campo, productora de mermelada de arándano, 7 empleados.

Empresa nro. 6: Empresa Mayorista de turismo, 30 empleados.

La hipótesis que se desea confirmar es que las empresas se encuentran en las etapas 1 y 2 del modelo de maduración de arquitectura de TI, poseen varios sistemas trabajando en paralelo, mantienen distintas fuentes de información que genera replicación de datos y poseen una estructura lo suficientemente rígida que no ayuda a la realización de cambios en los procesos productivos.

Como hipótesis secundaria se intentará comprobar la necesidad que tienen las empresas a mantener un repositorio unificado de información y procesos digitales, de modo que puedan generar un buen nivel de gobernabilidad y permitan el crecimiento y adaptación a distintas situaciones.



## 1 - ¿Cuántos sistemas y aplicaciones utilizan normalmente?

Teniendo en cuenta la operatoria habitual de su empresa, los diferentes departamentos y cada una de sus funciones: ¿Cuántos sistemas y aplicaciones utilizan normalmente? Como ser Word, Excel, Tango contable, sistemas de facturación, CRM, etc...

### **Respuestas:**

Empresa Nro. 1: En nuestra organización utilizamos básicamente un sistema de gestión especializado para productores de seguros y la suite de aplicaciones de Microsoft Office, como ser el Word, Excel y Outlook. El tema contable lo tenemos contratado externamente con un estudio contable.

Empresa Nro. 2: Utilizamos 2 aplicaciones, el Tango contable para toda la operatoria de facturación y registros contables, y el Office de Microsoft para la gestión interna, hacemos planillas de Excel que nos ayudan con la operatoria diaria.

Empresa Nro. 3: Nosotros somos una empresa en donde se puede citar a “en casa de herrero, cuchillo de palo”, para la facturación y la parte contable utilizamos un software contable en la nube, que lo puede acceder también nuestro contador. No tenemos software de gestión para la toma de decisiones, mantenemos todo ese tema bajo un desarrollo hecho a medida pero que nunca se terminó realmente, hacemos mucho trabajo de forma manual y luego lo pasamos al software como para dejar un registro de lo que se hizo.

Empresa Nro. 4: Nuestra empresa cuenta con el Tango Contable, utilizamos solo los módulos de facturación y contabilidad, tenemos también el módulo para control de stock pero nunca lo utilizamos realmente porque tenemos un software de producción hecho a medida que nos lleva toda la producción de la planta y los niveles de stock tanto de materias primas, como de productos intermedios y terminados. También utilizamos las herramientas de Office.



Empresa Nro. 5: No utilizamos software alguno, contratamos el servicio de un contador que nos lleva todo el servicio legal y la operatoria interna la hacemos en la nube con el servicio de ofimática en línea de Google: Sheet y Docs.

Empresa Nro. 6: En nuestra empresa usamos varios sistemas muy importantes, el principal es Sabre, una aplicación para cotizar y realizar reservas de viajes, vuelos, hoteles, etc. También tenemos un sistema especializado en agencias de turismo minorista que nos permite utilizar la impresora fiscal, como sabrás las agencias de turismo necesitan utilizar este tipo de impresoras y manejarlas no es tarea fácil. Sin esas 2 aplicaciones la verdad es que no podríamos realizar nuestra tarea diaria, es nuestro núcleo operativo. Además, usamos software contable, Word y Excel como cualquier empresa normal.

## 2 - ¿Su empresa maneja un ERP?

Si su empresa trabaja con algún sistema tipo Enterprise para manejar de forma integral la operatoria de la organización.

### **Repuestas:**

Empresa Nro. 1: Si, el sistema de gestión vendría a ser un pequeño ERP.

Empresa Nro. 2: No.

Empresa Nro. 3: No.

Empresa Nro. 4: Si y No, el software a medida que tenemos se asemeja bastante al módulo de producción de un ERP, pero sería ese módulo aislado, no podemos decir que usamos un ERP.

Empresa Nro. 5: No.

Empresa Nro. 6: No, intentamos instalar uno, pero sin buenos resultados.



### 3 - ¿Su arquitectura de sistemas se adapta a cambios de manera moderadamente fácil?

Si necesita realizar un cambio en su operatoria habitual, sus sistemas le permiten una adaptación temprana o se comportan más como una traba burocrática que le frena el cambio.

Repuestas:

Empresa Nro. 1: La verdad que no, el sistema de gestión viene empaquetado, simplemente se instala y se definen un puñado de configuraciones básicas, es así porque se supone que todas las consultoras de seguros tienen más o menos la misma operatoria. El problema es que nuestro sistema no viene preparado para acceso de clientes vía internet o por teléfono celular y es una función que estamos pensando implementar.

Empresa Nro. 2: No, las veces que tuvimos necesitamos hacer cambios terminamos usando el Excel, los sistemas en general no nos ayudan para nuestra operatoria, no hay nada mejor que llevar los registros a mano con el Excel.

Empresa Nro. 3: No te puedo decir que se adaptan porque todavía ni siquiera terminamos la versión 1.0 de nuestro propio sistema, como te dije anteriormente, en “casa de herrero, cuchillo de palo”.

Empresa Nro. 4: No, el software a medida que tenemos para la administración de la planta productiva fue desarrollado hace como 15 años en Visual Basic y los chicos que lo desarrollaron ya no se dedican más al tema, cada vez que tenemos que hacerle algún cambio tenemos que buscar en el mercado alguna consultora de sistemas que nos pueda brindar la actualización del software.

Empresa Nro. 5: Son nuestras propias planillas de cálculo así que si, las podemos adaptar a cualquier necesidad que tengamos.



Empresa Nro. 6: Definitivamente no, hemos tenido algunos dolores de cabeza con la impresora fiscal al querer integrarla con otros sistemas más del tipo gerencial, al final no pudimos y tuvimos que mantener el viejo sistema de impresión. También hemos querido darle acceso vía internet a nuestros clientes, pero no hemos podido lograrlo.

#### **4 - ¿Posee la información unificada en un solo repositorio de datos?**

Las organizaciones suelen manejar distintas aplicaciones con datos duplicados, haciendo que el mantenimiento de la información sea caótico y se generen inconsistencias. Por ejemplo, los datos de un cliente en el CRM son distintos a los datos del mismo cliente en el ERP o en la planilla de cálculo que se usa para cobranzas.

##### **Repuestas:**

Empresa Nro. 1: No, la verdad es que tenemos un serio problema con que cada vendedor mantenga su agenda de contactos y no poder mantener una coherencia entre los distintos repositorios de datos de clientes. Intentamos alguna vez con un CRM, pero no se pudo lograr que el sector comercial lo adopte como una herramienta cotidiana.

Empresa Nro. 2: No, muchas veces tenemos que migrar los datos de las distintas planillas para unificarlos, lo hacemos de forma periódica para que cada cual se mantenga actualizado, pero pueden pasar algunos meses en que la información está desactualizada.

Empresa Nro. 3: Si, en general utilizamos base de datos y planillas en la nube que pueden ser accedidas de manera simultánea por varias personas al mismo tiempo. La idea es que todos ayudemos a mantener información unificada.

Empresa Nro. 4: Tenemos la información unificada, pero por sector: producción, administración y comercial, pero no podemos interconectar ninguno de los 3 sectores.



Tenemos el inconveniente que, por ejemplo, el sector de ventas está hablando con un cliente en particular y necesita información del sector administrativo en tiempo real,

Empresa Nro. 5: Si, usamos el sistema de ofimática de google que nos permite compartir las mismas planillas entre varios usuarios, podemos todos leer la misma información, en tiempo real y modificarla siempre con cuidado, ya que es información sensible.

Empresa Nro. 6: Este era nuestro objetivo al querer integrar el software de impresión con otro más global, al no poder hacerlo debemos mantener duplicada la información del sistema de gestión con el de impresión, es un dolor de cabeza.

**5 - ¿En su experiencia, cree que puede haber un solo sistema para toda la empresa, o sería mejor interconectar varios sistemas de cada área?**

De tener que realizar una inversión en tecnología, usted preferiría invertir en un solo sistema que solucione de manera integral la operatoria de la organización o preferiría tener un sistema para cada departamento y poder interconectarlos entre ellos.

**Repuestas:**

Empresa Nro. 1: No, la gente es muy celosa de su información y de su forma de trabajar, hay vendedores que hasta prefieren usar agenda tradicional.

Empresa Nro. 2: Puede ser, pero suelen ser muy caros y luego es un dolor de cabeza hacerle modificaciones. No existe una herramienta que se sea completa, se adapte a las necesidades y nos permita generarle modificaciones de manera fácil. Al menos, siempre que buscamos, no encontramos una herramienta que nos satisfaga.

Empresa Nro. 3: En líneas generales la respuesta es no, en nuestra experiencia no se puede centralizar toda la operatoria en un único sistema, por más que esté dividido en módulos, los usuarios en general prefieren utilizar distintas aplicaciones que se ajustan mejor a sus necesidades. Lo que sí se puede realizar, es interconectar todos esos



sistemas para mantener la información necesaria agrupada en un sistema gerencial o de inteligencia de negocio.

Empresa Nro. 4: Hemos intentado buscar una solución del tipo corporativo en 2 ocasiones distintas, pero nunca hemos llegado a buen puerto. De los 3 o 4 proveedores que nos recomendaron no pudimos llegar a más de 2 o 3 presentaciones, y no conocemos muchas empresas del rubro que hayan instalado este tipo de software y se hayan quedado satisfechos. Siempre nos terminaron recomendando que nos quedemos con los sistemas que ya teníamos.

Empresa Nro. 5: Si, se puede tener un sistema unificado, pero tendría que ser lo suficientemente flexible como para permitir futuros cambios. En nuestro caso, preferimos manejar distintas aplicaciones en la nube y mantener la información unificada de manera semiautomática.

Empresa Nro. 6: Me encantaría la idea de tener todo unificado en un solo sistema, uno de los proyectos que tenemos a mediano plazo es el desarrollo o la contratación de un sistema corporativo que nos permita manejar la organización de manera más integral.

**6 - ¿En su experiencia, cree que puede un sistema enlatado puede adaptarse o necesita un desarrollo propio para tener agilidad y flexibilidad? ¿Adoptaría alguna solución mixta?**

Entre un enlatado y un desarrollo a medida existen situaciones intermedias que le brindan flexibilidad a las empresas, tanto para adaptarse a los cambios, como para encarar etapas de crecimiento.

**Repuestas:**

Empresa Nro. 1: No, los enlatados son muy difíciles de adaptar, lo sabemos por experiencia, pero ¿Cómo sería un sistema mixto? Ahora lo que estamos haciendo es



generar reportes de ambos sistemas y cargarlos en un Excel como para ir jugando con la información, si eso se podría hacer de manera automática nos ahorraría mucho tiempo.

Empresa Nro. 2: Lo mejor sería un sistema mixto, mis empleados están muy acostumbrados a usar los sistemas y no querrían cambiarlo, si se pueden interconectar los distintos sistemas, aunque sea solo reportes de su información semanal y de ahí generar nuevos para los gerentes sería lo óptimo.

Empresa Nro. 3: Lo ideal, y a donde nosotros estamos apuntando, es un sistema mixto. Un desarrollo a medida que nos permita reutilizar todo lo que ya habíamos hecho y no tener que inventar la rueda nuevamente.

Empresa Nro. 4: Nosotros hemos tomado la decisión de hacer un desarrollo SOA, ya que estamos por abrir una planta en Brasil y necesitábamos conectar ambas plantas bajo el mismo sistema.

Empresa Nro. 5: Ninguna de las alternativas puras me parece muy prudente, tanto una como otra tiene sus riesgos, supongo que me inclinaría por un sistema mixto que me permita reutilizar la capacidad instalada que ya tenemos.

Empresa Nro. 6: Estamos manejando la contratación de una consultora de desarrollo, necesitamos un sistema que se base en tecnologías web para poder publicar nuestros productos en los sitios de nuestras agencias asociadas, de manera automática. Las opciones son conectar este sistema a nuestro sistema de gestión o directamente manejar todo en un sistema unificado, por ahora parecería ser que vamos por la primera opción ya que unificarlo lo vemos muy utópico.



## **Anexo 2 – Caso de éxito**

### **Fase preliminar**

La empresa RAPIER S.A. es una compañía que desde 1967 desarrollo toda una línea de artículos de jardinería bajo la marca SCHAFER. Entre los productos desarrollados podemos encontrar pequeñas herramientas como ser sistemas de riego, cercos, barre hojas y también 2 productos estrella que son las ruedas industriales y las máquinas eléctricas de mano para cortar el pasto, también llamadas bordeadoras.

La empresa se caracteriza por ser una empresa familiar, tiene sus orígenes en un garaje de una casa utilizado como galpón, en donde se empezaron a producir ruedas de distintos modelos para el uso industrial. Rápidamente la compañía empezó a adquirir cierto renombre y terminó de desarrollarse con su producto estrella: las bordeadoras eléctricas SCHAFER que se caracterizan desde entonces por ser muy seguras, cómodas y rendidoras; haciendo su relación costo/calidad realmente difícil de superar.

Luego de su lanzar en el mercado su primero modelo de bordeadora eléctrica, la empresa se instala en una planta industrial en Morón, en pleno cordón industrial metropolitano.

Su estrategia y planificación de crecimiento la hacen situarse en una planta con fácil acceso a rutas y autopistas para mantenerse comunicada con los principales centros de distribución tanto local e internacional como ser el puerto de buenos aires.

Los productos SCHAFER son diseñados, desarrollados y fabricados bajo las más estrictas normas de calidad y con tecnología de última generación. La innovación es una práctica cotidiana y, junto a la evolución técnica y estética de los productos, constituye la clave de nuestro liderazgo que le permite competir en el exigente mercado mundial.

### **Análisis Foda**

#### **Fortalezas:**

Planta industrial modelo, última tecnología, excelente ubicación, personal capacitado



### **Oportunidades:**

Mercado externo, la empresa posee capacidad de sobra para el mercado interno

### **Debilidades:**

Sector gerencial muy centralizado, sector comercial sin gestión proactiva

### **Amenazas:**

Competencia desleal con productos extranjeros, especialmente Brasil

**Pilares Fundamentales:** La empresa RAPIER es una organización que desde sus comienzos mantuvo una exigente política de producción basada en ciertos principios:

**Calidad:** La ISO-9001 fue la base del desarrollo de la empresa, si bien en este momento no se encuentran certificados, lo han estado durante muchísimo tiempo y mantienen esa metodología aún presente en todos sus procesos y en la manera en que gestionan la calidad en el día a día.

**Innovación permanente:** Las inversiones constantes en investigación y tecnología de punta y para cada una de las etapas de producción permitieron a RAPIER poder destacarse en el mercado por sus productos de altísima calidad y tener la posibilidad alcanzar economías de escala y poder así salir al mercado con precios muy competitivos.

**Alta capacitación:** La capacitación en todos los niveles de la empresa, desde los puestos operativos, hasta la capacitación gerencial y de dirección.

## **Misión, visión y objetivos estratégicos**

### **Misión:**

Generar productos de calidad que generen la satisfacción de los clientes más exigentes.



Brindar las herramientas de jardinería que respeten los más altos estándares de seguridad para toda la familia.

### **Visión:**

Ser la empresa líder del mercado generando productos de alta calidad a precios competitivos gracias a pensar en la innovación como una práctica cotidiana, la evolución técnica y estética de los productos como pilares fundamentales de producción y el desarrollo del capital humano como motor fundamental de toda empresa y la sociedad.

### **Objetivos estratégicos:**

1. Exportación: La empresa ha transitado etapas en las cuales se pudo exportar productos a países limítrofes como Brasil y Chile, dichas etapas siempre se vieron afectadas fuertemente por las distintas realidades y turbulencias que se vivían en el país. En este nuevo proyecto se quiere generar una sólida estructura de ventas en el exterior con distribuidores claves en cada destino.
2. Planta industrial Brasil: Una de las bases para tener una fuerte presencia internacional y no depender tanto de las variables macroeconómicas de Argentina es la adquisición de una segunda planta industrial en Brasil desde donde poder generar los mismos productos que se fabrican en Argentina.

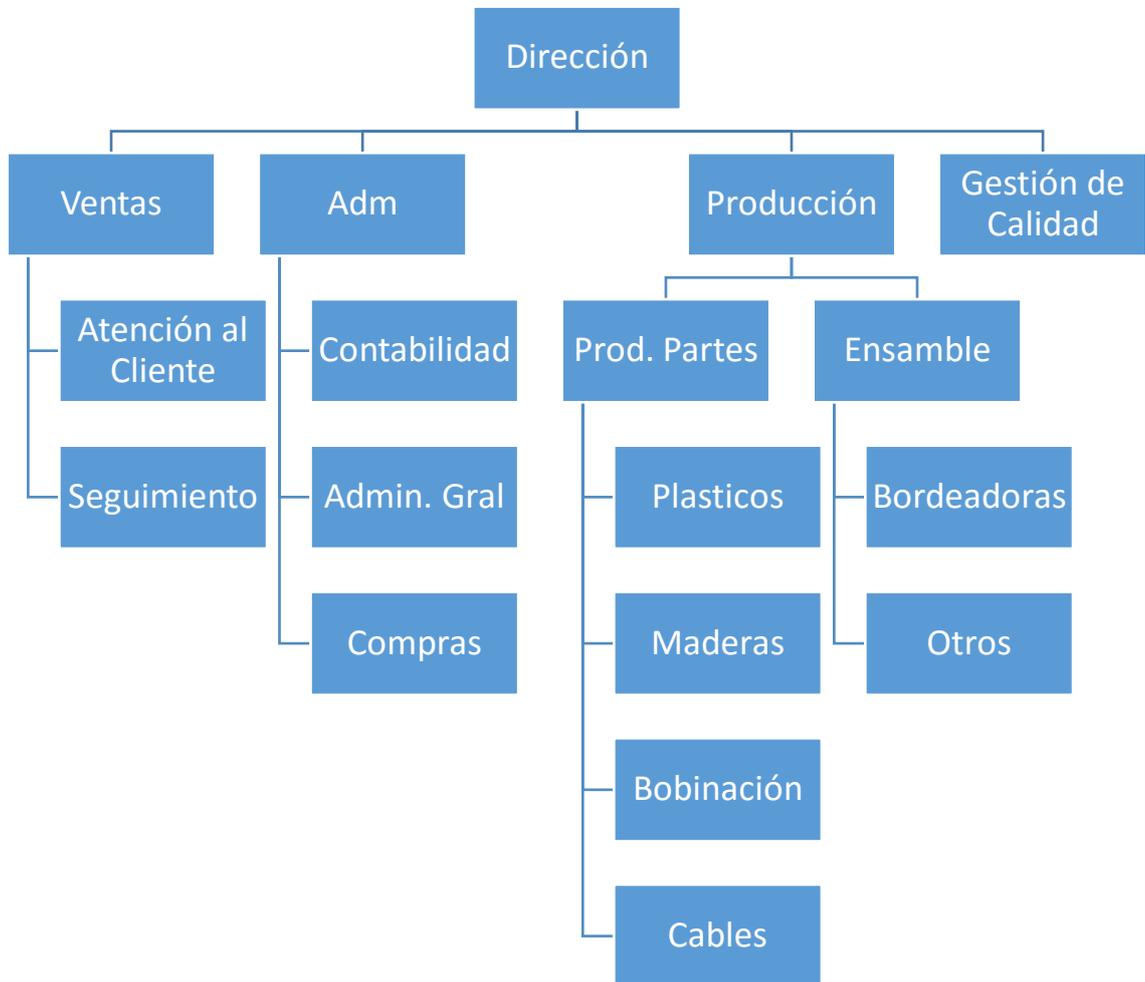
### **Organigrama**

La empresa se conforma de 4 grandes sectores:

1. **Ventas:** Este sector consta de 3 personas que se dedican a tomar los pedidos y realizar tareas de seguimiento de los mismos. Se toma una postura muy reactiva y no se genera campaña alguna de marketing ni incentivos para los clientes frecuentes. Este es uno de los puntos que se piensan mejorar en los próximos 3 años.



2. **Compras / Administrativo:** Consta de un sector de 3 personas que se dedican a realizar las tareas administrativas de la empresa y realizar las compras de toda la organización, los proveedores suelen perdurar por grandes períodos de tiempo y son elegidos por el presidente de la compañía en persona, no se toman decisiones en este sector, realizan las tareas de soporte para el resto.
  
3. **Producción:** Ésta es el área más importante de la empresa en cuanto a su tamaño y envergadura, se divide en 2 grandes sectores: La producción de productos intermedios, y la cadena de ensamblaje donde dichos productos intermedios son unidos entre si formando el producto final. Todas las etapas de producción se encuentran en un estado de automatización importante, simplificando así su operatoria y control de calidad en cada una de las etapas intermedias de producción.
  
4. **Gestión de calidad:** Este departamento atraviesa a toda la organización tanto vertical como horizontalmente, consta de 2 empleados que tienen una visión general de la empresa y revisan los controles que se generan en cada una de las etapas, tanto desde la llegada de la materia prima, en los procesos intermedios y en la salida de cada lote de producción hacia los canales de distribución.



### Sistemas

La empresa se encuentra con grandes dificultades con respecto a los sistemas de información, ya que cuenta con 2 sistemas totalmente separados y no están siendo funcionales para las necesidades actuales de la compañía.

El sector administrativo contable consta con la instalación de un sistema TANGO de gestión en el cual vuelcan la operatoria mínima que les exige las leyes, como ser facturación e información contable para el balance.



El sector de producción se maneja mediante un sistema propio, desarrollado a medida, que se encuentra interconectado con cada una de las máquinas de producción y permite almacenar la información generada por las mismas.

Este sistema a medida tiene la función principal de actuar como tablero de comando, genera resúmenes de toda la operatoria de las mismas, controles de stock, producción, necesidades históricas de compras.

Cabe mencionar que cada uno de los gerentes y directores suelen usar sus propias planillas Excel para llevar su información de manera más independiente, y utilizan el sistema de producción como una simple fuente de datos históricos de la producción.

En este punto vemos una oportunidad de mejora muy grande con la opción de considerar la adquisición de un sistema de inteligencia de negocio que permita tener la información centralizada y permita manejar tanto reportes con información histórica como reportes dinámicos para la toma de decisiones.

## **Datos**

Cada máquina del sector producción va generando información histórica de uso y algunas advertencias y sugerencias sobre el mantenimiento en general que se van almacenando en el sistema de gestión de producción anteriormente citado. Ese es uno de los puntos fundamentales que necesitan sin falta para la operatoria normal de la empresa.

El otro gran repositorio de datos es el manejado por el sistema de gestión que mantiene información contable de la operatoria diaria de la empresa.

Está claro que toda la información que maneja la empresa es meramente operativa y deja mucho que desear para las necesidades gerenciales que necesitará para cumplir sus metas estratégicas.



## Infraestructura TI

La empresa consta con una excelente red cableada que conecta cada una de las máquinas con el sistema de producción. Además, consta con 2 servidores virtualizados en una misma máquina y 15 puestos de trabajo de última generación.

La infraestructura física de la empresa no es el problema que vemos, sino que viene más dado por el lado del software, y la necesidad de centralizar los datos y manejar información orientada a la gestión y toma de decisiones para poder alinearlos a los objetivos de corto plazo definidos anteriormente.

## Arquitectura de negocio

La empresa de nuestro caso de estudio posee una organización de poder vertical, paternalista, con un formato bien piramidal. Consta con una cúpula de dirección que está centralizada en el dueño de la empresa y sus hijos, caso bien típico de una empresa PYME familiar del país. La gran mayoría de las decisiones gerenciales / de dirección son tomadas por esta cúpula, no delegando casi ninguna decisión a los sectores gerenciales y operativos, haciendo de estos unos simples empleos repetitivos con pocos grados de libertad.





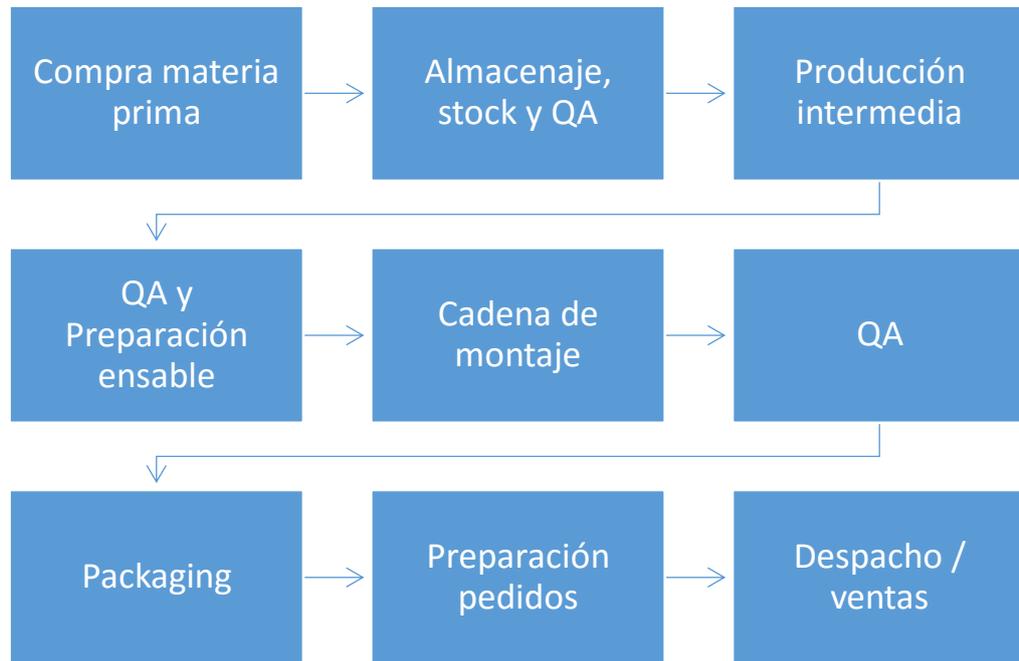
La gerencia media es el sector que más necesita desarrollarse, tiene como casi único soporte informático el uso de planillas de cálculo, no se realizan planes estratégicos, no se fijan planes anuales, no se fijan objetivos a mediano y largo plazo, no se toman decisiones complejas sin la aprobación estricta del sector superior. Este es el sector que requerirá un gran trabajo de capacitación y soporte tecnológico.

El sector operativo es el más desarrollado y tiene un flujo continuo y sincronizado de trabajo realmente excepcional. La organización mantuvo siempre una política de actualización de maquinaria que la hace contar en la actualidad con modernas maquinarias que poseen cada una su interface de conexión a la red local donde se va almacenando todas las estadísticas de usos.

Este sector, que constituye la base de la pirámide, se encuentra manejado por un gerente de producción y dividido en 2 grandes áreas funcionales:

- Producción y stock de productos intermedios: Se generan los productos intermedios que se necesitarán para el ensamble, las entradas de este sector suele ser plásticos, cobres, metales y gomas, que luego de ser procesados terminan formando los mangos, carcazas de plástico, motores eléctricos bobinados, cables. Estos productos se encuentran en stock en distintos depósitos que están inventariados en distintas planillas de cálculo que se actualizan manualmente de forma semanal.
- Ensamble: cada producto tiene su cadena de ensamble, siendo la bordeadora el producto más complejo y, como consecuencia, la cadena más larga y compleja, necesitando de un mínimo de 10 personas para su operatoria. La empresa consta con 2 de estas cadenas de ensamble para las bordeadoras, estando una en desuso en la actualidad por estar operando la fábrica solamente a un 40% de su capacidad operativa instalada.

El flujo normal de trabajo es:



La organización cuenta con 2 fuentes de datos bien desarrolladas e independientes entre sí:

### **Sistema de administración de producción**

Todas las máquinas tienen su interface de datos conectada al sistema centralizado de producción que almacena toda la información de uso y mantenimiento de las máquinas y permite llevar un control de todo el sector productivo. Estos datos son muy necesarios para mantener actualizados los niveles de stock, conocer la capacidad real de productividad, realizar un correcto mantenimiento de las máquinas y conocer los niveles históricos de productividad de cada una de las operatorias.

Este sistema es un desarrollo propio contratado por la organización a una empresa desarrolladora de software para permite interconectar y manejar todo el flujo de información que se generan en las máquinas de producción, las cuales cuentan con interfaces distintas y no existe un protocolo estándar para dicha operación. El trabajo llevó su tiempo y ahora se encuentra en una etapa de madurez robusta y no se quiere modificar este sistema, acá también nos encontramos con una sólida solución que no



debería de modificarse, los nuevos sistemas se tendrán que acoplar y adaptar a la infraestructura de hardware y software ya instaladas.

### **Sistema administrativo contable**

Este sector genera la información legal y de administración pertinente para el normal funcionamiento de la empresa que hacen a todos los requisitos legales, declaraciones impositivas, pagos de cargas sociales, salarios y demás. No existe una visión estratégica para la toma de decisiones, se ve este sector como una simple actividad de apoyo que no tiene peso estratégico.

La organización solo utiliza datos internos, generados por la misma organización, no posee interacción con otras fuentes de datos ni micro ni macro económicos que ayuden a la toma de decisiones.

Este sistema se utiliza para realizar las tareas administrativas y contables básicas de la organización, vienen usándolos hace años y no quieren modificarlo ni cambiarlo, necesitan una arquitectura de sistemas que se adapte a lo que ya saben usar y les dio buenos resultados.

Entre los 6 módulos que usan del sistema podemos destacar sus principales operaciones:

1. Compras
2. Stock
3. Contabilidad
4. Ventas
5. Fondos
6. Sueldos



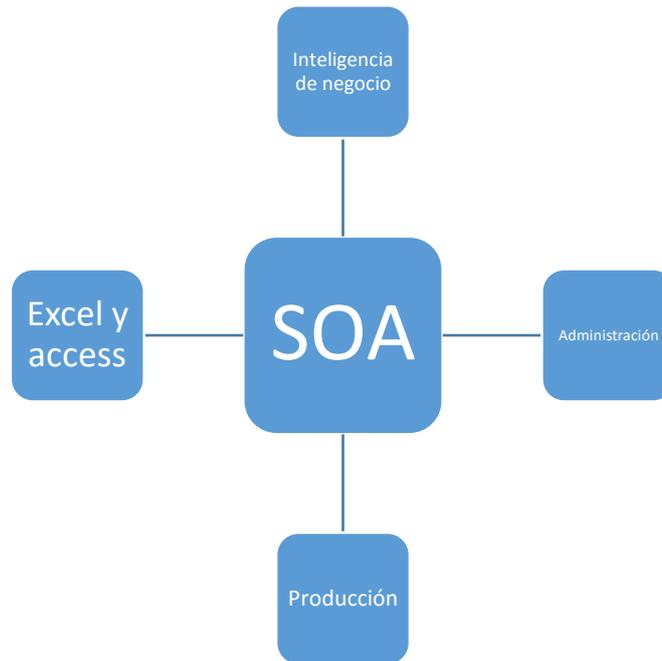
## Implementación de SOA

Teniendo en cuenta las restricciones que se encontraron en la empresa con respecto a la continuidad de uso de los sistemas ya instalados, se le sugirió adoptar una arquitectura SOA que le permita generar una capa intermedia entre sus sistemas operacionales y los sistemas gerenciales que estaban por adoptar.

Las interfaces se hicieron en tecnologías cliente / servidor, basadas en estándares web y en tecnologías de código abierto, que permitieron una rápida construcción, fácil mantenimiento y un bajo costo:

- Servidor LAPP virtual (Linux, Apache, PostgreSQL, PHP)
- JSON como protocolo de intercambio de datos
- PHP como lenguaje de desarrollo en el servidor
- Framework MVC para desarrollos en el servidor
- (HTML, CSS, JQUERY) como lenguajes de desarrollo en el cliente
- Framework Bootstrap para interfaces en dispositivos clientes

Esta capa intermedia de servicios tiene como fuente de información tanto las bases de datos de los sistemas ya instalados como distintos archivos Excel estándares que son utilizados por el sector gerencial.



Esta capa SOA hace de interlocutor entre el nuevo sistema de inteligencia de negocio que la empresa adquirió y los sistemas ya instalados que están siendo correctamente utilizados en la organización.