



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
Proyecto de Diseño I

**Nota de Aceptación:**

**Proyecto de Diseño Aprobado**, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana Cali para optar el título de Ingeniero Industrial.

HERNÁN CAMILO ROCHA NIÑO  
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias

JORGE ENRIQUE ÁLVAREZ PATIÑO  
Director Carrera Ingeniería Industrial

MARÍA ISABEL DÍAZ VEGA Director(a) Proyecto de Diseño

ÁLVARO FIGUEROA CABRERA  
Jurado 1

GERMÁN CÓRDOBA BARAHONA  
Jurado 2



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

*Facultad de Ingeniería y Ciencias*  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
*Proyecto de Diseño I*



26 de marzo de 2021

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de ingeniería

Comedidamente presento ante ustedes la carta de aval del proyecto de diseño realizado por los estudiantes Isabella Delgado Quintero, Valentina Gaitán Pérez, Luis Alfredo Rojas Olaya y la doctora María Isabel Díaz Vega como directora de la carrera ingeniería industrial en la Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Este documento tiene como fin dar el aval por parte de la directora del proyecto DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN PYME DEL SECTOR.

*María Isabel Díaz Vega*

María Isabel Díaz Vega

Firma Directora



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
Proyecto de Diseño I

23 de marzo de 2021



Señores Expert Project SAS.

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería

Comedidamente presento ante ustedes la carta de socialización de proyecto de diseño realizado por los estudiantes Isabella delgado, valentina Gaitán y Luis Rojas de la carrera de ingeniería industrial en la Pontificia Universidad Javeriana Cali, en el cual en la primera parte del proyecto y buscando realizar mejoras, se presentó proyecto a la empresa Expert Project SAS.

Este documento solo tiene un fin y es dejar constancia que el proyecto efectivamente se socializó con la empresa en mención, es decir, sin mirar el grado de implementación que podría tener el proyecto en la empresa, se socializó de tal forma que se pudiera recibir un análisis por parte de la empresa Expert Project SAS.

De antemano agradecemos mucho la atención prestada y fue de gran ayuda para la consecución del proyecto DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN PYME DEL SECTOR.

  
Manuel José Ospina Ospina  
Firma Empresa

  
María Isabel Díaz Vega  
Firma directora



## DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN PYME DEL SECTOR

Isabella Delgado <sup>1a,c</sup>, Valentina Gaitán Pérez <sup>2a,c</sup>, Luis Alfredo Rojas Olaya <sup>3a,c</sup>  
María Isabel Díaz Vega <sup>b,c</sup>

<sup>a</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial

<sup>b</sup>Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial

<sup>c</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

### Resumen en español

El presente proyecto se enfocó en la propuesta de una metodología para empresas Pymes del sector de software del departamento Valle del Cauca; tuvo como objetivo lograr una mejoría en la cadena de valor. Dentro de esta propuesta se analizó la situación actual de estas empresas, así mismo, se realizó la comprensión de las falencias y oportunidades de su proceso. Una vez comprendidas las oportunidades se identificaron herramientas de mejora y alternativas para el cumplimiento de los objetivos, los cuales están ligados a la mejora del software nacional para así potenciar este servicio, buscando fomentar el uso del software en industrias nacionales y observar el comportamiento de este en mercados internacionales. Para llevar a cabo este planteamiento se buscó un aumento en la calidad del software y una disminución en los tiempos de ciclo de cada etapa o actividad del proceso de desarrollo. Por lo tanto, se pretendió ayudar a mejorar en las metodologías y evitar reprocesos utilizando las habilidades de los desarrolladores colombianos.

*Palabras claves: Software, Cadena de valor, Pyme.*

### Abstract

This project focused on the proposal of a methodology for SMEs in the software sector of the Valle del Cauca department; aimed to achieve an improvement in the value chain. Within this proposal, the current situation of these companies was analyzed, as well as an understanding of the shortcomings and opportunities of their process. Once the opportunities were understood, improvement tools and alternatives were identified for the fulfillment of the objectives, which are linked to the improvement of the national software in order to enhance this service, seeking to promote the use of the software in national industries and observe the behavior of this in international markets. To carry out this approach, an increase in the quality of the software and a decrease in the cycle times of each stage or activity of the development process were sought. Therefore, it was intended to help improve methodologies and avoid reprocessing using the skills of Colombian developers.

*Keywords: Software, Value chain, Pyme.*

### Tabla de contenido

I.	DEFINIR .....	6
A.	Contexto y Justificación.....	6
B.	Requerimientos (restricciones, leyes, especificaciones y estándares).....	9
	Especificaciones de diseño (expectativas o requerimientos): .....	10
II.	MEDIR .....	12
A.	Plan de recolección de datos .....	12
	<i>Atributos de calidad</i> .....	14
B.	Exploración del Mercado .....	16
	Medición del sistema actual .....	17
III.	ANALIZAR .....	20
A.	Análisis de Oportunidad .....	20
B.	Revisión de literatura .....	21
C.	Exploración de ideas y selección de alternativa.....	23
D.	Objetivos .....	24



E.	Plan de trabajo (PdT).....	24
IV.	DISEÑAR .....	24
A.	Desarrollo del diseño de la solución.....	24
B.	Validación del diseño propuesto .....	27
V.	VERIFICAR .....	37
A.	Medición de los impactos .....	37
B.	Estandarización de la solución – POE’S (plan de control).....	38
C.	Conclusiones .....	38
D.	Recomendaciones .....	39
VI.	GLOSARIO.....	39
VII.	REFERENCIAS .....	40
VIII.	ANEXOS .....	41

### Índice de Tablas

TABLA I.....	8
TABLA II.....	11
TABLA III.....	11
TABLA IV.....	16
TABLA V.....	16
TABLA VI.....	18
TABLA VII.....	19
TABLA VIII.....	20
TABLA IX.....	21
TABLA X.....	23
TABLA XI.....	23
TABLA XII.....	24
TABLA XIII.....	26
TABLA XIV.....	32
TABLA XV.....	33
TABLA XVI.....	33
TABLA XVII.....	33
TABLA XVIII.....	34
TABLA XIX.....	35
TABLA XX.....	35
TABLA XXI.....	36
TABLA XXII.....	36
TABLA XXIII.....	38
TABLA XXIV.....	39

### Índice de Figuras

Fig. 1 Matriz interés vs. poder .....	9
Fig. 2 Diferencias entre metodologías ágiles y no ágiles [15].....	13
Fig. 3 Matriz DOFA .....	19
Fig. 4 Estrategias de Mercado.....	20
Fig. 5 Formato Recepción de Requerimientos.....	25
Fig. 7 Lean Manufacturing [23].....	27
Fig. 8 VSM Estado Futuro Software.....	29
Fig. 9 VSM Actual de Requerimiento.....	29
Fig. 10 VSM Estado Futuro de Requerimientos .....	30
Fig. 11 Factores de simulación NP [Propia: SIMIO].....	31



Fig. 12 Factores de simulación Nivel de desarrollo asignado [Propia: SIMIO].....	31
Fig. 13 Número de consultas a clientes. [Propia: SIMIO].....	31
Fig. 14 Tiempo extra [Propia: SIMIO].....	31
Fig. 15 Esquema del modelo [Propia: SIMIO].....	32
Fig. 16 Resultados de la simulación [Propia: SIMIO].....	32

## I. DEFINIR

### A. Contexto y Justificación

El concepto de cadena de valor de una compañía es el conjunto de actividades y funciones que se realizan internamente; así como la relación y el servicio que se puede realizar entre proveedores y clientes. La cadena empieza con el suministro de materia prima o insumos y continua a lo largo de la producción de partes o componentes, la fabricación, el ensamble y la distribución hasta llegar al cliente final, ya sea del producto o servicio [1].

La estrategia planteada para el mejoramiento del software en las empresas del Valle del Cauca permitirá conocer las características principales de estas con respecto al desarrollo de software; principalmente una empresa Pyme (pequeña y mediana empresa) representativa del sector cuya ubicación sea la ciudad de Cali y haya estado ligada con Parquesoft (Red de parques Tecnológicos que hospeda microempresas) [2]. Se identifica a una pyme como una organización que se ha consolidado por medio de comercios familiares por lo que no cuentan con proyectos tan innovadores; por su parte, una empresa grande está siempre ligada a la innovación, que se puede ser en cuanto al producto, al modelo de negocio y a la tecnología [3].

Se tiene en cuenta que, el software es un elemento consustancial a la economía moderna; este se utiliza en casi todos los productos manufacturados y en los servicios; aun cuando hay empresas especializadas en su desarrollo que parecen constituir una industria distinta, son apenas un segmento de una más compleja [4]. La industria del software en Colombia es considerada un sector de clase mundial que representa una oportunidad de fomento de la competitividad y crecimiento económico e industrial. La importancia de esta industria a nivel económico radica en el respaldo de la operatividad y estabilidad que otorga a otros sectores industriales importantes de la economía nacional [5]. Estas empresas cuentan con las siguientes características:

*Creación de empleo:* en la pyme, el empleo se genera principalmente a nivel local; además, suele tener un único fundador y genera un determinado número de puestos de trabajo. Mientras que, en una empresa grande mucho del trabajo se puede realizar desde cualquier parte del mundo, ya que existe una mayor flexibilidad en la organización [6]. Las empresas suelen ser creadas por equipos cuyos socios tienen habilidades distintas y complementarias. Además, una diferencia notable es que una pyme tiene un número mucho menor de empleados que una empresa grande, ya que esta puede tener, generalmente, entre 11 a 50 empleados [7].

*Capacidad de crecimiento:* una pequeña y mediana empresa está muy ligada a la financiación bancaria. También, suele crecer de manera lineal, y su horizonte de crecimiento se ubica, generalmente, más a corto y mediano plazo. El crecimiento de las inversiones de una empresa se realiza durante un período más largo, es decir, goza de un crecimiento exponencial, pero a lo largo de un período de tiempo más extenso [8].

*Diferente nivel de riesgo:* las empresas grandes corren mayores riesgos que las pymes. Una empresa grande que triunfa puede obtener una fortuna mucho mayor y crecer hasta dominar un nicho de mercado, por lo que opta por dos vías: fusión o venta a una gran firma; o la salida a la bolsa [5].

La oportunidad de evidenciar el valor de estas empresas en el Valle del Cauca está enfocada en las problemáticas que últimamente este sector ha presentado, dado que hace unos años esta industria mostraba un posible crecimiento, pero las condiciones y cambios que se han presentado a nivel mundial como la reducción de precios en los softwares internacionales, más exactamente en India y Estados Unidos han afectado la competitividad. Además, este tipo de organizaciones no cuenta con los recursos y la experticia necesaria para llevar a cabo proyectos de mejoramiento del proceso de software [9]. Esto no ha sido un



impedimento puesto que la buena labor y la alta capacidad por parte de los desarrolladores son factores que posiblemente sean los que hoy hacen que la mayoría de las empresas nacionales sigan usando software nacional.

Por otra parte, si las Pymes quieren tener ventajas competitivas en un mundo globalizado, deben mantenerse actualizadas y a la vanguardia para generar cambios planificados, por esto, el mejor activo con el que deben contar es, por un lado, la riqueza intelectual de sus empleados y por el otro, su capacidad para incrementarla de forma exponencial [10]. Así pues, la búsqueda de valor en el proceso del desarrollo de software radica en el desarrollador, que puede ser un ingeniero o un tecnólogo, en esta parte clave es donde se identifica la diferencia en cada software, las demás etapas son repetitivas y casi estandarizadas en la mayoría de las empresas Pymes de este sector.

La baja competitividad en costos y la llegada de más ofertas de software internacional, hicieron que la calidad presentada por el software colombiano ya no cumpliera con altos índices de valor nacional e internacionales. Aun así, el mercado internacional sigue viendo el potencial que las empresas colombianas tienen sobre el desarrollo de software, pero la informalidad y el incumplimiento hacen que se pierda credibilidad. Por lo tanto, este proyecto busca evidenciar las actividades que generan valor dentro del proceso de creación de un software, más exactamente en la recepción de requerimientos, respectivamente en la fase del desarrollo.

Este proceso cuenta con cinco aspectos, análisis, diseño, desarrollo, pruebas y entrega; pero se centró en buscar las oportunidades de mejora en el desarrollo del software, identificando las actividades que más influyen y más peso tienen dentro de este proceso. De esta manera, para el desarrollo de este proyecto investigativo se requiere de una empresa pyme (menos de 250 empleados) de software en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, que sea la base investigativa para evidenciar las fases o actividades claves para llevar a cabo el desarrollo de un software.

Así mismo, según Fedesoft (Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas de Colombia) solo hay 12 empresas ubicadas en el Valle del Cauca alineadas netamente al desarrollo de software y que son MiPymes. Estas empresas tuvieron lugar dentro del ya desaparecido Parquesoft, ahora son empresas que están en búsqueda de situarse estratégicamente en el Valle del Cauca.

Es así como se ha visto el crecimiento y aceleración de la industria de software y servicios asociados, principalmente desde el emprendimiento. Cerca del 46 % de las empresas de software y TI se han creado en los últimos cinco años; de estas, el 95 % son MiPymes, lo que refleja que la oferta se encuentra articulada con la tendencia mundial de incursionar en el desarrollo e implementación de tecnología para la comercialización de diferentes productos y servicios [11]. Por esto, hay empresas relacionadas con el sector pero que no hicieron parte de Parquesoft y no están afiliadas en Fedesoft, por lo que a estas empresas se llamarán “informales” con el objetivo de identificar las principales variables que afectan a estas en su independencia.

De acuerdo con lo anterior, el Periódico El País de Cali, Colombia indica las cifras que han incrementado en este sector, ya que, en solo seis años, las empresas registradas con actividades vinculadas al software ante la Cámara de Comercio de Cali pasaron de 331 a 1.227. La industria del software en el Valle del Cauca no tiene una caracterización, principalmente por el crecimiento exponencial de los últimos años, pero tanto informales como afiliadas a Fedesoft, la mayoría de las empresas se caracterizan por el desarrollo hecho a la medida, basadas directamente en las especificaciones del cliente [12].

De este modo, los incumplimientos de las empresas informales con los estándares internacionales hacen que su mercado sea estrictamente nacional, mientras que las empresas afiliadas a Fedesoft son empresas con la capacidad de exportar software hecho a la medida a cualquier parte del mundo, que mejoran variables como el tiempo y la calidad en varios aspectos dentro de la etapa de desarrollo.

El desarrollo de este proyecto tuvo lugar en las instalaciones de la empresa Expert Project S.A.S ubicada en la ciudad de Cali, fundada el 31 de octubre de 2017. La empresa hace software a la medida (como el cliente lo requiera), inició con dos personas laborando y ahora son cuatro (como pyme), consta de un desarrollador de software, dos ingenieros de soporte y una administradora. La problemática económica que ha tenido este sector en los últimos años, la baja compra internacional y la falta de credibilidad en el producto colombiano, la empresa Expert Project S.A.S busca con este proyecto mejorar la cadena de valor





de su proceso y así obtener una reducción en los reprocesos, un software con adecuada calidad en su producto terminado, beneficios económicos y una eficiencia que le permitirá ser más competitiva a través de sus procesos en el mercado de esta actividad económica, logrando satisfacción al cliente interno y externo, considerando siempre la mejora continua y posicionando la empresa a nivel regional, nacional e internacional como una de las mejores en esta actividad económica.

Teniendo en cuenta que no hay una caracterización formal del sector en el departamento del Valle del Cauca, que los altibajos económicos presentados en los últimos años han sido importantes para este sector, además de la pérdida de percepción de calidad debido a la alta informalidad en el mercado, la desaparición de Parquesoft y la llegada de Zona América. Por lo que el proyecto se enfocó en una cadena de valor en la etapa de desarrollo dentro de un proceso de creación del software, que permita a las MiPymes del sector potenciar su calidad y así ofrecer productos internacionalmente, logrando aumentar la capacidad de producción mediante metodologías ágiles que lleven a tener una medición de tiempo/calidad y con la finalidad de poder mantener la calidad y disminuir los costos para aumentar la competencia tanto nacional como internacionalmente, logrando también reducir tiempos en variables que afecten directamente el desarrollo del software como el número de cambios realizados por el cliente post entrega final con el fin de mejorar en calidad.

A continuación, en la Tabla I se presentan las definiciones de los grupos de interés afines al proyecto y el efecto que puede tener este para dichos grupos.

TABLA I.  
GRUPOS DE INTERÉS

Grupo de interés	Definición	Efecto (Del proyecto hacia los grupos de interés)	Poder	Interés
MiPymes	Empresas para las que se realizará este proyecto, es decir, la identificación de una cadena de valor propia de la etapa del desarrollo, que pueda servir para su utilización en cualquier empresa Pyme de este sector.	La mejora en el proceso de desarrollo del software y ser competitivas en el mercado.	4	5
Empresa Expert Project (empresa pyme de software)	Empresa base y representativa del proyecto, es una pyme del sector donde analizaremos la etapa de desarrollo de un software.	Beneficios en sus procesos comerciales.	5	5
Grupo de trabajo System Autor del proyecto	Encargados y responsables de la identificación de la cadena de valor en la etapa de desarrollo de software en las empresas MiPymes del sector software, partiendo de una empresa base o representativa llamada Expert Project.	Herramientas y conocimientos para los nuevos retos.	3	5
Directora del proyecto	Profesora María Isabel Díaz Vega de la Pontificia Universidad Javeriana.	Participación activa en el proyecto y adquisición de conocimientos a partir de la práctica.	5	4
Ministerio de tecnologías de información y las comunicaciones de Colombia	Otorga permisos e impone leyes y normativas que el sector de software debe acatar durante la creación de un software hecho a la medida.	Oportunidades para legislar en el producto colombiano.	2	2
Pontificia Universidad Javeriana	Propone el proyecto para su realización a través de la cátedra de diseño de la carrera de ingeniería industrial del proyecto de diseño en la carrera ingeniería industrial.	Reafirma la acreditación en calidad.	4	3
Clientes	Un cliente es tanto para negocios y el marketing como para la información un individuo, sujeto o entidad que accede a recursos, productos o servicios brindados por otra.	Adquieren un producto de calidad y les brinda una herramienta para mejorar sus procesos.	2	5





Fedesoft	Fedesoft es la entidad gremial con mayor representatividad del sector TI, agremia a la Industria de Software y Tecnologías Informáticas relacionadas, con el objetivo de representar sus intereses ante entidades públicas y privadas, a nivel nacional e internacional.	Crecimiento y posicionamiento.	3	4
----------	--	--------------------------------	---	---

En la Figura 1, muestra los resultados de los grupos de interés, la priorización de los grupos de interés, su poder e influencia mediante una matriz interés vs. poder.

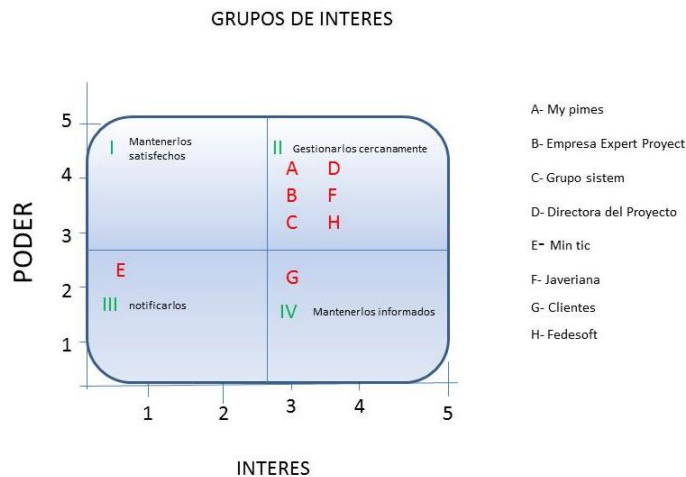


Fig. 1 Matriz interés vs. poder

En el primer cuadrante (II) de la Fig. 2, se encuentran los interesados poseedores de un medio y alto nivel de poder, pero con un alto nivel de interés. Estos grupos deben mantenerse involucrados y satisfechos, nunca se deben ignorar ya que pueden llegar a ser impredecibles y afectar al proyecto. En el cuadrante (III) se encuentra el grupo de los que deben mantenerse notificados y atraídos hacia el proyecto, en el cuadrante (IV) se encuentran los actores que sólo deben ser monitoreados e informados, por lo que son impredecibles y fundamentales para el proyecto. Se pueden volver peligrosos si no están de acuerdo con los avances u objetivos propuestos, llegando incluso a frenar el proceso. Para finalizar, la lista de interesados puede variar levemente, así como su poder e interés a lo largo de todo el proyecto.

### B. Requerimientos (restricciones, leyes, especificaciones y estándares)

#### Restricciones de diseño (complejidades):

- Demasiada desconfianza en el sector, se obtienen pocos datos.
- La empresa representativa, aún no nos brinda una información más asertiva del proceso.
- Falta de datos sobre la capacidad y la calidad del sector en artículos.
- Caracterización del sector (no hay tiempo suficiente): la poca información sobre sector y la desactualización de los datos de esta industria tanto en la red como en libros, hace que con el tiempo que tenemos para la entrega del proyecto no se pueda realizar una caracterización del sector del software.
- Cambios constantes de los clientes: el problema del software hecho a la medida es que, los clientes siempre querrán lo que se imaginaron, es decir, hacen realizar muchos cambios a la medida que se va entregando el software por partes, lo que hace que no haya un tiempo de ciclo exacto.

Como se mencionó anteriormente, la arquitectura de software se enfoca en aspectos de diseño estructural del sistema con el fin de satisfacer ciertos requerimientos clave para el sistema, además de guiar el desarrollo del mismo. Por lo tanto, este artículo se enfocará en describir la relación que existe entre los requerimientos y la arquitectura de software.



*Recordando requerimientos:* los requerimientos de un sistema se pueden dividir en dos categorías: Requerimientos Funcionales (RFs) y Requerimientos No Funcionales (RNFs). De acuerdo con Wiegers, los RFs engloban los distintos tipos de requerimientos que se reflejan en los comportamientos de la aplicación y que incluyen:

- Requerimientos de negocio. Motivación de negocio para que exista un sistema.
- Requerimientos de usuario. Comportamiento del sistema, frecuentemente se expresan en forma de casos de uso.
- Requerimientos funcionales detallados. Complementan a los casos de uso (generalmente se describen usando el verbo “deber”).
- Requerimientos de sistema. Describen el mínimo hardware y software para que un sistema de información pueda funcionar.
- Por otra parte, los RNFs tienen que ver con la manera en que el sistema soporta a los RFs. Estos incluyen:
  - Reglas de negocio. expresan reglas de la organización que deben ser soportadas por el sistema.
  - Atributos de calidad. se describen más adelante.
  - Restricciones. Expresan aspectos que deben considerarse al realizar el diseño y limitan las decisiones que se pueden tomar.
  - Interfaces externas. Especificaciones de interfaces de otros sistemas con los que se interactúa.

Los requerimientos de negocio deben identificarse al inicio del desarrollo de un sistema. Dichos requerimientos permiten comprender, desde una perspectiva de negocio, la motivación que existe de realizar un sistema. Para ejemplificar este concepto, se supone a la compañía “xyz” que se dedica a la comercialización de productos de diversos fabricantes. Actualmente, cuenta con sucursales en varias localidades de la zona sur de la República Mexicana y desea expandir su negocio a través de la venta de productos por Internet. Un objetivo de negocio para esta compañía es “ofrecer los productos de la empresa por medio de un portal en dos etapas: el primer año será dirigido al mercado mexicano y el siguiente año al mercado internacional”.

*Drivers de la arquitectura:* dentro de los requerimientos que se consideran para el desarrollo de un sistema y que se derivan de los objetivos de negocio, existe un subconjunto que tiene una gran importancia relativa a la arquitectura. Estos requerimientos se conocen en inglés como drivers de la arquitectura. El término *drivers* puede traducirse como guías, ya que estos requerimientos orientan el diseño de la arquitectura del sistema. Una estructuración correcta del sistema permitirá satisfacer la mayoría de estos *drivers* [14].

Los *drivers* de la arquitectura incluyen principalmente a los atributos de calidad. Además de esto, incluyen a un subconjunto de los casos de uso que se consideran como primarios. Los casos de uso primarios son aquellos de mayor importancia o de mayor complejidad para el negocio. Por último, las restricciones también son consideradas como drivers arquitecturales [14].

El hecho de que los drivers sean un subconjunto de todos los requerimientos del sistema puede verse como una ventaja pues es posible comenzar a realizar el diseño de la arquitectura antes de haber terminado de documentar todos los requerimientos. Ciertas metodologías de desarrollo como, por ejemplo, el Rational Unified Process recomiendan, de hecho, que se siga este enfoque [14].

Retomando el ejemplo anterior, un caso de uso primario podría ser el realizar consultas del catálogo de productos. El criterio para elegir este caso de uso como primario es su importancia relativa a la satisfacción del objetivo de negocio y el hecho de que la consulta de catálogos involucra realizar conexiones hacia los sistemas de los fabricantes; una restricción para dicho sistema podría ser que se usen librerías y herramientas open source [14].

*Especificaciones de diseño (expectativas o requerimientos):*

- Realizar un diseño que permita mejorar la etapa de desarrollo.
- Maximizar los recursos de la compañía a través de una estrategia para la empresa.
- Mejorar indicadores en el desarrollo de software.
- Reducir tiempos en variables en el desarrollo y mejorar en aspectos de calidad.

En la Tabla II se relacionan las leyes y normativas que rigen el desarrollo y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).



TABLA II.  
LEYES Y NORMATIVAS

Leyes, normativas o requisitos.	Descripción	Importancia
Ley 1978 de 2019 Artículo 1o.	Por la cual se moderniza el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (tic), se distribuyen competencias, se crea un regulador único y se dictan otras disposiciones.	La presente ley tiene por objeto alinear los incentivos de los agentes y autoridades del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), aumentar su certidumbre jurídica simplificar y modernizar el marco institucional del sector, focalizar las inversiones para el cierre efectivo de la brecha digital y potenciar la vinculación del sector privado en el desarrollo de los proyectos asociados, así como aumentar la eficiencia en el pago de las contraprestaciones y cargas económicas de los agentes del sector.
Ley 1978 de 2019 Artículo 3o.	Por la cual se moderniza el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), se distribuyen competencias, se crea un regulador único y se dictan otras disposiciones.	Prioridad al acceso y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. El Estado y en general todos los agentes del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deberán colaborar, dentro del marco de sus obligaciones, para priorizar el acceso y uso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la producción de bienes y servicios, en condiciones no discriminatorias en la conectividad, la educación, los contenidos y la competitividad.
Ley 1978 de 2019 Artículo 4°	Por la cual se moderniza el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), se distribuyen competencias, se crea un regulador único y se dictan otras disposiciones.	Incentivar la inversión para la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y propender por la protección del medio ambiente y la salud pública.
Ley 170 de 1994	Por medio de la cual se aprueba el acuerdo por el que se establece la Organización Mundial de Comercio (OMC).	Los programas de ordenador, sean programas fuente o programas objeto, serán protegidos como obras literarias en virtud del Convenio de Berna (1971).
Ley 565 de 2000	Por medio de la cual se aprueba el "Tratado de la OMPI -Organización Mundial de la Propiedad Intelectual-sobre Derechos de Autor (WCT).	Los programas de ordenador están protegidos como obras literarias en el marco de lo dispuesto en el artículo 2 del Convenio de Berna. Dicha protección se aplica a los programas de ordenador, cualquiera que sea su modo o forma de expresión.

En la Tabla III se presentan los requerimientos para los grupos de interés teniendo en cuenta el diseño apropiado y la normativa que los rige.

TABLA III.  
REQUERIMIENTOS

Grupos de interés	VOC (requisitos del cliente)	Restricciones de diseño	Especificaciones de diseño	Leyes, normas y estándares	
				Legislación y requisitos aplicables	Importancia o efecto
Mipymes	Cumplir con las exigencias del cliente (Requerimientos).	Son derivadas de la necesidad del software del cliente.	Satisfacer y cumplir con la exigencia del cliente, requisitos de desarrollo.	Aplica las del Ministerio de las Tic.	Lograr la eficiencia del software para mejorar la productividad de la empresa.
Empresa Expert Project (empresa)	Lograr una mejoría en el desarrollo del software.	Falta de herramientas para el desarrollo del software y	Cumplir con el objetivo del proyecto, para lograr	Normas iso 9000 aquellas que permiten estandarizar y crear	Generar una alternativa de mejora en el proceso de desarrollo del software y



MiPymes de software:	(calidad y tiempo).	capacitación del personal para mejora de la calidad.	el objetivo en beneficio de los clientes.	indicadores si la empresa lo desea.	encargada del éxito del mismo.
Grupo de trabajo SYSTEM grupo autor del proyecto	Garantizar la investigación, prueba y desarrollo del proyecto.	Capacitaciones o competencias que generen inconvenientes en la elaboración del proyecto.	Obtención de la información del cliente, para ser certero en el desarrollo del software.	Normas Iso 9000 para crear estándares e indicadores.	Definen la proyección del proyecto y la eficacia del mismo.
Directora del proyecto	Llevar la adecuada dirección del proyecto.	Aprobación de las etapas de desarrollo del proyecto.	Satisfacer o mejorar el requerimiento de los alumnos y del proyecto.	N/A	La finalización del proyecto con éxito, cumplimiento de los objetivos trazados.
Clientes empresas sector software	Nivel de satisfacción alto del producto exigido [Ver anexo 3].	Mantener un precio competitivo y de buena calidad.	Conservación adecuada del producto de calidad superior en función del tiempo.	Estándares de calidad del software previos a la venta.	Permiten verificar la calidad de los software y su debida conservación previo a su utilización.
Ministerio de tecnologías de información y las comunicaciones de Colombia	Elaboración de normas para las Mipymes.	Actitud colaborativa del sector Mipyme de los software.	Legislar y respaldar el negocio de las Mipymes.	N/A	N/A
Pontificia Universidad Javeriana	Seguir los lineamientos y cumplir con la exigencia de la asignatura.	N/A	De acuerdo a las directrices del alma mater.	Código estudiantil Código de ética del ingeniero industrial.	Lograr incentivar a los ingenieros industriales en la investigación aplicando los contenidos vistos en las asgnaturas de la carrera.

## II. MEDIR

### A. Plan de recolección de datos

En esta etapa se utilizaron datos referentes al sector que permitirá establecer las variables necesarias para definir los indicadores con los que se medirá la calidad y la disminución del tiempo en el desarrollo de software hecho a la medida. Estos datos se obtienen de una recolección de información teórica de artículos científicos e información de empresas del sector en la región como Expert Project S.A.S.

A partir de las diferentes metodologías, normas o técnicas que existen en el mundo informático no hay una certeza de que alguna cumpla con un 100% de la calidad esperada en un desarrollo de software; sin embargo, experimentar y usar estas metodologías, técnicas o normas otorgan un grado importante de confianza a los desarrolladores y gerentes sobre el ciclo de vida del software. Por lo tanto, este proyecto busca motivar al uso de metodologías ágiles de desarrollo, para así cumplir con los requisitos de calidad solicitados por los clientes, pero también midiendo y recolectando información que les permita posteriormente realizar evaluaciones de rendimiento.

En la Figura 2 se plantea un paralelo entre las metodologías ágiles y tradicionales, con el fin de conocer sus características y analizar sus diferencias.



Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente (por el equipo)	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

Fig. 2 Diferencias entre metodologías ágiles y no ágiles [15]

Una vez identificado el funcionamiento de la empresa, fue necesario la determinación de un indicador principal, en el que se relacionó las variables que provienen de la actividad económica desarrollada por la empresa.

- Calidad del software*: variable de tipo cuantitativo/cualitativo, permitirá conocer el progreso del proceso de desarrollo del software, también permitirá mejorar estas etapas para optimizar los tiempos y así evitar reprocesos, se logrará mediante indicadores de calidad.
- Satisfacción del cliente*: variable de tipo cualitativo, da a conocer la satisfacción del cliente, aplicando las herramientas administrativas como cuestionarios y/o entrevistas, se da la oportunidad de conocer al cliente, sus intenciones y cumplir sus requerimientos, ganando así fidelidad del cliente.
- Tiempo de desarrollo de software*: variable cuantitativa, que permitirá conocer el tiempo real de diseño del software actual y poder comparar con el tiempo después de implementación de la mejora, permitirá crear un estándar para las etapas de desarrollo del software, mediante la toma de tiempos y movimientos (en formatos diseñados por los autores del proyecto para el trabajo de campo).

La satisfacción del cliente, la mejoría en el desarrollo de software y la reducción de costos se pueden simplificar en la mejoría de la calidad, y la calidad en este sector no es fácil de definir, pero este proyecto se guiará por la definición de Roger Pressman en su libro Ingeniería del software un enfoque práctico “la calidad es la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento, con los estándares de desarrollo y con las características implícitas que se espera del software desarrollado profesionalmente” [16].

Partiendo de lo anterior, se usarán dos calidades; una que es la calidad de diseño y la otra es la calidad de concordancia. En el desarrollo de software la calidad del diseño incluye requisitos, especificaciones y el diseño del sistema. La calidad de concordancia es un tema enfocado principalmente a la implementación. Si el diseño y el sistema resultante satisfacen los requisitos y metas de desempeño, la calidad de concordancia es alta [17].

- *Calidad de diseño*: la calidad de diseño se refiere a las características que el desarrollador específico para los requerimientos propuestos por el cliente.





- *Calidad de concordancia:* la calidad de concordancia es el grado en el que las especificaciones de diseño se aplican durante la fabricación en el tiempo estipulado.

### La evaluación de estos indicadores es Alta o Baja

Aparte de estas dos calidades con características cualitativas, también se tendrá una calidad general de desarrollo como variable cuantitativa, donde se manejará este concepto con variables como número de softwares producidos y número de software devueltos para modificaciones, es decir, como es un software hecho a la medida, cuando el cliente no está contento con el desarrollo lo envía nuevamente para realizar cambios. Con esto se utilizaría un indicador para medición de calidad que sería:

$N_0$  = Número de software producidos

$N_1$  = Número de software devueltos

$$\text{Calidad} = (N_0 - N_1) / (N_0) * 100$$

### Atributos de calidad

Como se mencionó previamente, los atributos de calidad forman parte de los RNF del sistema. Estos son características medibles que permiten expresar y evaluar el grado de satisfacción de los usuarios y/o diseñadores (es decir la calidad) con respecto al sistema. Cabe señalar que no son la única métrica de calidad de un sistema, la ausencia de defectos es otra métrica clave en este rubro.

Existen distintas categorías de atributos de calidad y éstas se clasifican con respecto a la importancia que tienen ya sea para los clientes o para la organización de desarrollo. Entre las más comunes están:

- Desempeño. Tiempo de respuesta del sistema con respecto a un estímulo.
- Seguridad. La facultad del sistema de resistir a ataques.
- Modificabilidad. Costo de realizar cambios en el sistema.
- Usabilidad. Qué tan fácil es para el usuario realizar una tarea particular y el tipo de soporte que el sistema provee al usuario.
- Facilidad de prueba. Sencillez con la cual se pueden identificar defectos.

Conviene señalar que no existen definiciones universales en cuanto a las distintas categorías de atributos de calidad. En ese sentido, lo más conveniente es definir una categoría en el contexto del sistema que se está desarrollando.

Un aspecto esencial con respecto a los atributos de calidad es que se debe procurar, en la medida de lo posible, expresarlos de manera cuantitativa. No tiene sentido, por ejemplo, decir que las respuestas del sistema deben ser “rápidas” ya que no es posible evaluar esto de manera objetiva. A pesar de que los atributos de calidad deben ser expresados de manera cuantitativa, no existe una métrica única asociada con cada una de las categorías de atributo de calidad; es tarea del arquitecto identificar la mejor manera de expresar este tipo de requerimientos.

Por otro lado, se debe tener especial cuidado de no imponer métricas arbitrarias (y excesivas) tan sólo con el fin de satisfacer la necesidad de expresar los atributos de calidad de manera cuantitativa. Por ejemplo, exigir un tiempo de respuesta demasiado corto provocará que se tomen decisiones de diseño que pueden resultar complejas y costosas. Una disponibilidad muy elevada igualmente va a requerir de ciertas decisiones con un costo elevado (por ejemplo: sistemas redundantes). De forma general, al momento de identificar una métrica, es necesario asegurarse que el valor que se le asocia se justifica y está alineado con los objetivos de negocio del sistema y que no es simplemente una ocurrencia.

El Software Engineering Institute propone que los atributos de calidad sean especificados usando “escenarios”. Un escenario expresa una respuesta medible del sistema ante un estímulo en un contexto particular. El escenario se expresa como una frase que contiene seis partes que incluyen el estímulo, la fuente del estímulo, el artefacto que recibe el estímulo, el entorno al momento de



recibir el estímulo, la respuesta del sistema al estímulo y la métrica para evaluar la respuesta. Una ventaja de esta técnica de especificación es que un escenario es, automáticamente, un caso de prueba para el sistema [18].

Teniendo en cuenta el ejemplo anterior, se puede considerar un atributo de calidad a aquel que se refiera a “la facilidad para agregar un nuevo idioma al sistema”. Dicho atributo pertenecería a la categoría de modificabilidad, y esta sería la forma de documentarlo como escenario.

- a) Fuente: Un desarrollador.
- b) Estímulo: Desea portar la aplicación al idioma inglés.
- c) Artefacto: Código.
- d) Entorno: En etapa de producción.
- e) Respuesta: La modificación es realizada sin necesidad de recompilar.
- f) Métrica: En menos de 16 horas hombre.

Como se puede apreciar, el atributo de calidad es medible, se alinea con el objetivo de negocio (ventas en el mercado internacional) y la métrica se justifica con base en los datos históricos de tiempo de la empresa de desarrollo.

Una vez definidos, los *drivers* son la entrada para el proceso de diseño de la arquitectura (que será descrito en próximas entregas de esta serie). Los atributos de calidad juegan un papel especialmente importante en este sentido y como se mencionó previamente, el satisfacerlos requerirá tomar decisiones de diseño particulares. Por ejemplo, para satisfacer el *driver* de modificabilidad expresado previamente una posible solución será concentrar todo el texto de la aplicación en un archivo de propiedades separado del código que pueda ser fácilmente cambiado y que no requiera de recompilar el sistema.

Dada la importancia que tienen los *drivers* arquitecturales en relación con el diseño de la arquitectura, se debe tener especial cuidado de capturarlos antes de comenzar a realizar el diseño. Algunas recomendaciones al respecto son las siguientes:

- Comenzar por la identificación de los objetivos de negocio del sistema.
- Enfocarse inicialmente en la documentación de los casos de uso primarios.
- Identificar restricciones.
- Incluir dentro de las entrevistas de requerimientos preguntas enfocadas a obtener información relacionada con los atributos de calidad.
- Identificar métricas para los atributos de calidad y revisar si dichas métricas tienen un sustento, es decir, se alinean con los objetivos de negocio.
- Priorizar y verificar los atributos de calidad involucrando al cliente.

Como la empresa base de este proyecto hay muchas del sector mi pymes que no registran los tiempos y los movimientos de producción, por lo tanto, para poder ver la mejoría, es necesario que estas empresas se comprometan a registrar dichos tiempos, no es suficiente utilizar solo metodologías ágiles que son hoy la apuesta de la mayoría de estas empresas, además, en el software hecho a la medida no hay requerimientos estandarizados, sino que cada software presenta requerimientos distintos, es por esto que los tiempos de producción en este caso son tan variables.

Por otro lado, la reducción de tiempo iría ligada directamente con la calidad, es decir, si se mejora la calidad se reducirán tiempos, dado que, al reducir el número de cambios hechos post entrega o el número de software devuelto el tiempo de procesamiento será menor. De igual manera se tendrá un indicador de reducción de tiempos que se verá afectado por dos variables principalmente, con las cuales podríamos dar con un indicador de tiempo real.

$T_R$  = Tiempo Real (Tiempo real de desarrollo de Software)

$T_p$  = Tiempo propuesto (Tiempo que después del análisis de los requerimientos se propone para entrega)

$T_c$  = Tiempo para cambios (Tiempo que demora el desarrollador en realizar cambios post entrega)

**Desfase TR Individual (Tiempo real) =  $(T_R + T_c) / T_p$**

**Desfase TR Total =  $\sum (T_R + T_c) / T_p$**





En la Tabla IV se exponen los objetivos, descripción e indicador de las variables relacionadas con el indicador a medir.

TABLA IV.  
INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Calidad del desarrollo de software	Encontrar una calidad general del total de Software finalizados y entregados.	Es la relación entre software finalizado vs software devueltos, donde se medirá la calidad en porcentaje.	Porcentaje de cumplimiento de Calidad general: $(\text{Software finalizado} - \text{software devuelto}) / \text{software finalizado} (N_i - N_o) / (N_i) * 100$ .
Satisfacción del cliente	Detallar el nivel de satisfacción del cliente post entrega.	Representa el nivel de conformidad del cliente con el Software entregado.	Nivel de satisfacción del cliente (Cualitativo).
Tiempo desarrollo de software	Medir el desfase en semanas entre el tiempo propuesto y el tiempo real	Relaciona el tiempo propuesto post analisis de requerimientos con el tiempo real donde se incluye tiempos para hacer cambios post entrega.	Desfase tiempo Real: $(T_R + T_c) / T_p$ Desfase TR Total: $\sum (T_R + T_c) / T_p$

### B. Exploración del Mercado

Debido a la poca existencia de artículos científicos en el sector del Valle del Cauca, enfocados en la mejora de calidad y la reducción de tiempos en el software, así como los pocos trabajos realizados con empresas pymes del sector del software, el proceso de investigación en estos casos requiere de datos obtenidos a través de cuestionarios y entrevistas que son el insumo para poder generar un diagnóstico aproximado a la realidad. Estos resultados de los cuestionarios permiten hacer una inmersión en la optimización o mejora del proceso que se pretenden establecer para mejorar la cadena de valor de la empresa Pyme en estudio y del sector.

Los tres cuestionarios constan de preguntas enfocadas al rol de cada persona en el ambiente de esta actividad económica, con el fin de hacer seguimiento a los procesos, también entrevistas realizadas a desarrolladores externos y de Expert Project S.A.S. estos cuestionarios y entrevistas se encontrarán en los Anexos 1 y 2.

Con estas encuestas se verificó si la empresa se comporta como debería ser, es decir, si sigue lineamientos y estrategias empresariales que les permitan crecer como empresa y así poder saber si tienen la capacidad de ser una empresa exportadora de software, esto con el fin de saber si el mercado es potencial o no. Ahora bien, el análisis del entorno del proyecto frente al sector o industria del software se verá reflejado en una matriz DOFA.

El siguiente paso fue realizar el análisis de los cuestionarios, es importante dado que, un análisis del sistema puede llegar a ser parte de una mejora del proyecto, ya que, una organización ineficiente puede presentar falencias en las etapas del proceso de desarrollo del software. Finalmente, para facilitar la recolección de datos y diferenciar las etapas, se realizó un cronograma para tomar todos los datos requeridos en la empresa base Expert Project S.A.S como se observa en la Tabla V.

TABLA V.  
CRONOGRAMA DE CUESTIONARIOS

Etapa	Fecha	Información recolectada	Fuente de información
1	13/04/2020	Cuestionario aplicado al representante legal y/o gerente	Autores del proyecto
2	16/04/2020	Cuestionario aplicado a los clientes	Autores del proyecto



3	20/04/2020 04/06/2020	Entrevista dirigida a el desarrollador del software	Autores del proyecto
---	--------------------------	---	----------------------

### Medición del sistema actual

Para realizar el análisis de funcionamiento del proceso de desarrollo del software de la empresa Expert Project S.A.S fue necesario comprender el diagrama de procesos y las actividades que son llevadas a cabo diariamente. Después, se realizó un seguimiento de las etapas del proceso por las que pasa un software una vez solicitado por el cliente y que se genera el contrato de el producto. Lo anterior se realizó con el fin de identificar en qué actividades se hayan puntos críticos y si existe alguna ineficiencia o cuellos de botella en el proceso.

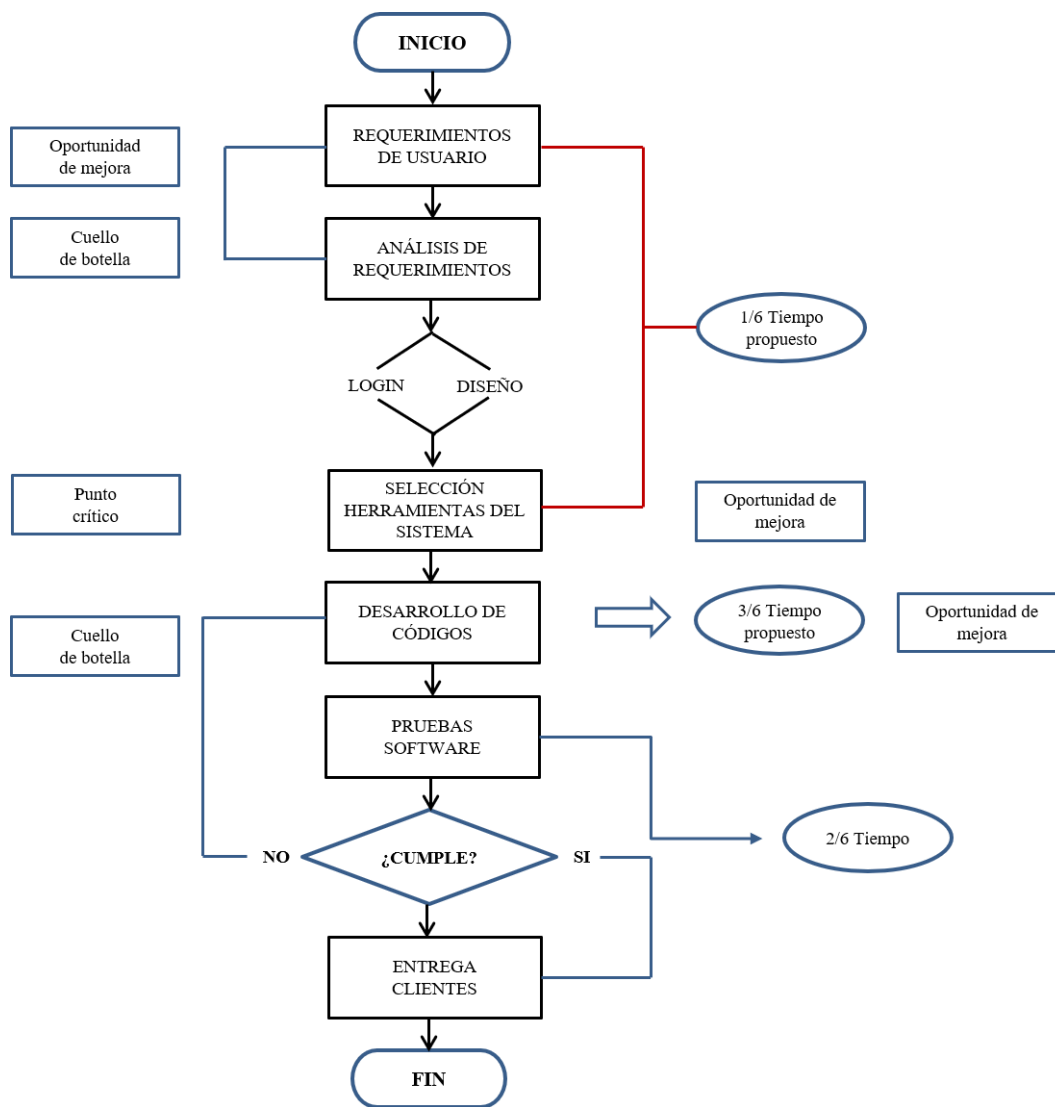


Figura 4 diagrama de flujo fde proceso



El primer paso del proceso de elaboración del software es la entrevista con el cliente y recibir sus requerimientos, se analizan y se establece el alcance solicitado, luego se procede a realizar dos tipos de requerimientos que son, el requerimiento funcional o de diseño y el requerimiento de login para que el usuario pueda ingresar a la plataforma. Luego el desarrollador procede a establecer los códigos con las herramientas del sistema y pasa luego a realizar las pruebas de funcionamiento, si son positivas se realiza la entrega al cliente, si se presentan no conformidades se debe regresar a la etapa de requerimientos y análisis, iniciando el reproceso nuevamente. Hay varias oportunidades de mejora en este proceso y varios cuellos de botella, que se presentan por la falta de manejo de información que se durante las etapas, además de un punto crítico para el proceso que puede hacer que el proceso se alargue en tiempo.

Posteriormente, teniendo en cuenta que no hay trabajos aplicados en este apartado del proyecto se realizó un análisis del posible mercado potencial dentro de la industria del Valle del Cauca y además lo relacionaremos con las posibles fortalezas que se encuentran dentro de la capacidad intelectual de los desarrolladores de las empresas Pymes de desarrollo hecho a la medida en el Valle del Cauca, para así poder identificar las estrategias necesarias para llevar a cabo la consecución de los requerimientos de las partes interesadas del proyecto.

Las empresas que más utilizan el software hecho a la medida en empresas Pymes son las empresas manufactureras y de servicios, que no tienen la capacidad de buscar una gran empresa de software multinacional conocida que venda software ya hechos que se aplican a cualquier tipo de problemática, y acuden a una Pyme de desarrollo de software quien les puede desarrollar el software con sus propios requerimientos. Esta información surge producto de conversaciones con varios desarrolladores, tanto como el desarrollador de Expert Project y otros desarrolladores que trabajan en independencia, que con su opinión y la veracidad de la información de primera mano nos da una claridad del mercado potencial interno, es decir, el mercado cliente que vería una mejoría en la calidad del software y quienes serían los principales beneficiados y exponentes del software nacional al mercado internacional.

A continuación, en la Tabla VI se presenta el número de empresas manufactureras de las principales ciudades en el Valle del Cauca y alrededor del 80% son pymes empresas que en más del 80% su ubicación es la ciudad de Cali, lo que daría un nicho mucho más enfocado.

TABLA VI.  
NÚMERO DE EMPRESAS MANUFACTURERAS DEL VALLE DEL CAUCA

Cali	6.540
Yumbo	569
Buga	156
Candelaria	151
Jamundí	118
El cerrito	58
Pradera	41
Ginebra	25

Ahora bien, con el paso del tiempo y los constantes cambios en las economías mundiales, se debe resaltar que la industria manufacturera es una de las razones por las cuales se considera que un país puede llegar a ser más desarrollado que otro. Es decir, la participación del sector manufacturero en el PIB total de un país es uno de los indicadores que evidencia su mayor o menor grado de desarrollo [18]. Por esto en la industria manufacturera se encuentra un potencial cliente; dado que se podría utilizar la gran capacidad intelectual del desarrollador colombiano para mejorar la operatividad y los procesos de esta industria.

Consecuentemente, el sector manufacturero está llamado a crear todo tipo de ventajas competitivas que contribuyan a crear oportunidades de empleo y mejoramiento de la calidad bajo una condición de ámbito sostenible y es probable que utilizando software puedan llegar a la automatización de algún proceso, a la adecuada recolección de información que permita la medición de calidad, o incluso a la mejora de condiciones para el personal.

Así mismo, las empresas prestadoras de servicios que podrían necesitar de un mejor desarrollo de software o que podrían adquirirlo y así mejorar su operatividad, como se observa en la Tabla VII.

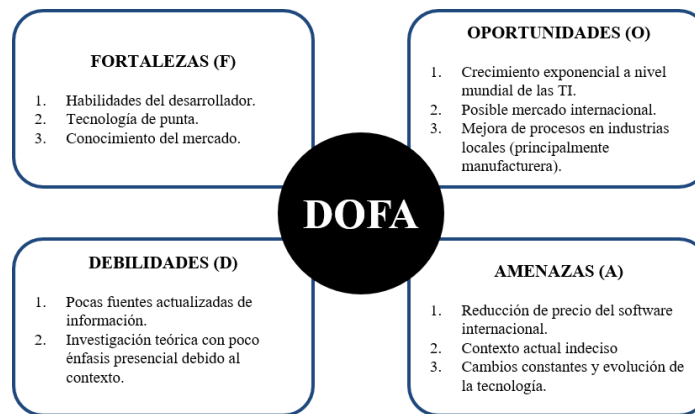


*TABLA VII.*  
*NÚMERO DE EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIO DEL VALLE DEL CAUCA*

Cali	1.112
Palmira	71
Tuluá	29
Buga	26
Pradera	14
Candelaria	12
El Cerrito	10

La ciudad de Cali, al ser la capital industrial del Valle del Cauca cuenta con más del 80% de las empresas que tienen una estrategia de ataque; sin embargo, las otras ciudades de la región también deben ser tenidas en cuenta, pero es claro que el nicho enfoque y potencial son las empresas Pymes manufactureras en la ciudad de Cali, tienen más importancia para el desarrollo económico y además en el Valle Del Cauca hay mayor existencia que las empresas de servicios. Por otro lado, hay mucho más dinamismo y proyección para el sector manufacturero, lo que hace mucho más atractivo como nicho potencial y lo cual puede ser una gran oportunidad tanto para Expert Project S.A.S como para las Pymes de desarrollo de software hecho a la medida en el Valle del Cauca.

Reconociendo este sector enfoque que podría tener el proyecto de mejora de calidad en el software y reducción de tiempos y por ende de costos; se procede con la relación entre fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que permitirá tomar decisiones estratégicas en este proyecto. A continuación, en las Figuras 3 y 4 se detallan las estrategias que surgen del análisis de la información mediante una matriz DOFA.



*Fig. 3 Matriz DOFA*

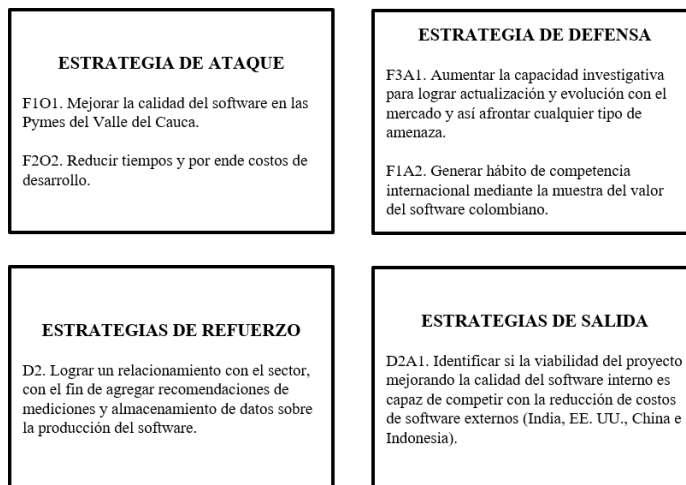


Fig. 4 Estrategias de Mercado

TABLA VIII.  
RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Variable	Actualidad	Meta
Calidad del Desarrollo del software	$(30 - 6) / (30) * 100\% = 80\%$ (Anexo entrevista a desarrolladores).	Aunque la calidad general es buena (80%), este proyecto busca al menos un 90% en calidad general.
Satisfacción del Cliente	BUENA (4) (Anexo Entrevista a Cliente).	Este proyecto busca mejorar la credibilidad en las Pymes del software en el Valle del Cauca, por lo tanto, busca la satisfacción del cliente ALTA (4.5-5).
Tiempo de desarrollo de Software	Software Pequeño $\sum (T_R + T_C) / T_p = 5.41$ semanas Software mediano $\sum (T_R + T_C) / T_p = -7.14$ semanas. Software Grande $\sum (T_R + T_C) / T_p = -10.88$ semanas (Anexo Excel datos simulados).	Reducir el desfase total en semanas y aprovechar el tiempo que se puede ganar en el desarrollo rápido. El tiempo de desfase debe ser menor al actual. $T_R < 5$ .

Para finalizar, en esta etapa se presentan los resultados de los indicadores de desempeño como se observa en la Tabla 8. Por el momento, este proyecto data de bases teóricas, históricas y de información de primera mano de algunos desarrolladores del sector, pero el planteamiento es sobre datos reales suministrados por las empresas Pymes de desarrollo, así que por conveniencia y para la aplicación de este proyecto es necesario recaudar información histórica sobre requerimientos y producción de software con el fin de realizar una evaluación real. Además, se hace un informe actual donde se presenta el resultado de la medición de los indicadores.

### III. ANALIZAR

#### A. Análisis de Oportunidad

Analizando las respuestas dadas al cuestionario, donde el gerente asegura que se cumplen con todos los ítems excepto uno, es importante precisar que, si bien cumple con la mayoría de los ítems anteriormente aplicados en la encuesta, el solo hecho de no registrar los tiempos y movimientos de producción donde él mismo da una calificación de "0" = muy bajo, lo cual permite afirmar que se presentan falencias en las etapas de producción del software. Es por esto que, principalmente se recomienda que las empresas Pymes de software realicen un almacenamiento de sus datos de producción.



Como se indicó en la Etapa 2 mediante el diagrama de procesos en la etapa de desarrollo influyen etapas anteriores del proceso, es decir, se ve afectado por lo que realice en el tiempo antes de llegar al desarrollo, podemos ver oportunidades de mejora, puntos críticos y cuellos de botella que denotan que hay una oportunidad de redefinir el proceso o de mejorar las etapas.

CTQ Crítico para la calidad (Critical to Quality), es un atributo o característica de calidad de un producto o servicio que es importante para el cliente [14]. En este caso, mediante entrevistas al cliente y la utilización de escala de Likert que permite que el individuo o cliente exprese cuánto está de acuerdo o en desacuerdo con preguntas o situaciones en particular, se buscará la satisfacción del cliente frente al proceso de la empresa para la entrega de un nuevo desarrollo. Según las encuestas realizadas a diversos clientes de empresas Pymes de software en el Valle del Cauca, se determina que la mayor influencia para la satisfacción del cliente es la política de garantías que pueda ofrecer la empresa, dado que, es un producto que se puede definir como importante y de uso delicado debido a la recopilación de información que realiza un software, por lo que el cliente espera una buena garantía por el producto, así que para este proyecto y buscar la mejora de la satisfacción del cliente el CTQ es la garantía del servicio.

A continuación, la Tabla IX presenta un formato diseñado para lograr fortalecer la entrega de requerimientos, con el fin de lograr un entendimiento más profundo y así reducir tiempos. El siguiente formato expresa lo que el grupo autor considera es una falencia que afecta directamente en tiempos el desarrollo de software, por lo tanto, se busca generar en el formato una ayuda directa para la recolección de estos datos iniciales.

TABLA IX.  
FORMATO RECOLECCIÓN INFORMACION INICIAL (REQUERIMIENTOS)

Formato de Análisis de Requerimientos			
<b>Empresa:</b> Expert Project SAS		<b>Fecha:</b> mayo 16 2020	
Cliente	Empresa Software	Desarrollador	Usuario
Debe indicar las funcionalidades del software y las necesidades	Debe proveer garantía, es decir es necesario que este el dueño presente.	Debe dar opciones para cumplir los requerimientos del cliente, es importante su presencia en esta etapa.	Es quien va a realmente usar el software, es quién debe entender cómo se realizará el proceso de desarrollo.
Requerimientos			
<b>Estándar:</b> Son requerimientos que son muy usuales y usados.	<b>Nuevos:</b> son requerimientos que no se han presentado en ningún caso anterior.	<b>Propuestos:</b> son requerimientos propuestos por el cliente con afinidad al manejo del software.	<b>Similares:</b> son requerimientos parecidos y usados anteriormente que se proponen para reducir el tiempo de entrega.
<b>Observaciones:</b> se indican observaciones generales y también poco comunes que deben ser tenidas en cuenta por la empresa Pyme de software.			
<b>Restricciones:</b> en este apartado se llena con las solicitudes explicitas frente a tiempos y calidad requeridas.			

Para la realización de este formato es necesario que esté presente el desarrollador, el dueño de la empresa Pyme de software, el cliente y, por último, la persona que dará uso del software, evitando así que durante el desarrollo del software se tenga que suspender por falta de algún requerimiento o inadecuada formulación.

### B. Revisión de literatura

Se realizó una consulta teórica de documentos en la red, obteniendo importante información de proyectos relacionados con la temática abordada, realizados en la ciudad de Bogotá con las empresas de desarrollo de software pequeñas y medianas, donde se puede apreciar y donde indican que las metodologías para desarrollar software usan marcos que permiten la estructuración, planificación y control de un proyecto de software, se requiere que éstos sean concisos, ordenados, claros y específicos.

En el proyecto revisado se indica que todo proyecto de software deberá planearse, estructurarse y desarrollarse con habilidad, paciencia y conocimiento. No obstante, son múltiples los problemas que se presentan al realizar dicha labor, ya que son muy frecuentes los cambios en los requerimientos o especificaciones, o estos no existen; muchos equipos de trabajo no documentan



correctamente los proyectos, además de realizar numerosos cambios superficiales; y es muy común que se solicite agregar funcionalidades al software que no se consideraron al iniciar la labor. Uno de los problemas más frecuentes al desarrollar software es la carencia de un método científico durante la elaboración del proyecto.

En este mismo proyecto donde se enviaron encuestas a 50 diferentes empresas del sector del desarrollo de software, se requiere orden, disciplina y una excelente gestión para que dicha tarea sea eficiente y de calidad. Infortunadamente, las metodologías existentes hacen que el proceso se torne dispendioso debido a tantas actividades que abarcan, lo que lleva a que el ritmo sea lento pues no están diseñadas para trabajar con incertidumbre. Lo anterior, hace que en diversas oportunidades la planificación del proyecto no sea óptima y conlleve a retrasos, y que los sistemas nazcan deteriorados debido a la cantidad de mantenimiento y correcciones que se efectúan en el proceso, como consecuencia de los defectos que se presenten. Por otra parte, puede suceder que los requisitos hechos por el usuario no se comprendan bien, o no se especifiquen antes de iniciar un proyecto, o por el cambio de personal dentro del equipo.

Se puede evidenciar que, este proyecto comparativo presenta las mismas dificultades que la investigación actual en las empresas Pymes de software en el Valle del Cauca, además indican y dejan en claro que en sus investigaciones encontraron que son numerosos autores de metodologías para desarrollar software que las han creado ágiles, incrementales, iterativas, por etapas, evolutivas y secuenciales, entre otras.

En otro estudio consultado se indica que es necesario explorar el estado de las propuestas enfocadas a las calidades en el software, las existentes y más reconocidas en el contexto, además de las certificaciones y organizaciones orientadas al mejoramiento de la calidad en el software colombiano.

Todos estos marcos de trabajo se han utilizado para estructurar, planificar y controlar proyectos de software; pero en muchos casos, en lugar de facilitar las actividades requeridas para culminar el proyecto se hacen complejas y retrasan los proyectos por la cantidad de entregables e hitos que se deben cumplir al culminar cada etapa. Las razones anteriores llevan a pensar que escoger una metodología para desarrollar software no es fácil, es una dura tarea que en múltiples ocasiones quita tiempo y causa discusiones entre los integrantes de los equipos de trabajo. Otro problema es que cuando se aplican ciertas metodologías para desarrollar software, puede ocurrir que los proyectos se entreguen a destiempo, es decir, que cuando el software esté listo, la razón inicial para haberlo adquirido puede que haya cambiado y todos los esfuerzos realizados sean inútiles, es decir, se haya perdido, tiempo, dinero y esfuerzo [20].

Por otra parte, se tomó como referencia una entrevista realizada a la Directora Ejecutiva Fedesoft, con el fin de contar con un modelo de entrevista para desarrollar con el gerente de la empresa y lograr con estos interrogantes identificar el problema que tenían las empresas en el Valle del Cauca en el sector de las Pymes de software. Así mismo, con la información de la entrevista, se confirma lo identificado en esta investigación, ya que menciona acerca de las grandes falencias que tienen este tipo de empresas [21].

El proyecto busca mejorar el desarrollo de software y hacerlo más sencillo, fácil de aprender, modificar y ejecutar; iterativo, incremental, cooperativo, adaptable, que como eje transversal aplicara la calidad, es decir, en comparación los dos proyectos buscan mejorar la calidad del software nacional dado la implicación de metodologías ágiles que en algunos procesos pueden conllevar a tener retrasos y por ende bajar la satisfacción del cliente.

La Tabla X da cuenta de la revisión literaria realizada con respecto al tema, en esta revisión se abordaron dos investigaciones relevantes y relacionados con la temática de la problemática.





TABLA X.  
REVISIÓN DE LITERATURA

Autores	Año	Objetivo	Aporte
Lucy Nohemy Medina Velandia, Wilmer Mesías López López [15]	2015	Metodologías de desarrollo de software que minimicen tiempos y reprocesos	Investigación tuvo como objetivo diseñar un método para desarrollar software sencillo, fácil de aprender, modificar y ejecutar; iterativo, incremental, cooperativo, adaptable, que como eje transversal aplicara la calidad. Está dirigido a empresas medianas y pequeñas, así como a estudiantes
Luis Eduardo Peláez Valencia, Ricardo Alonso hurtado Mosquera, Jorge Alberto Franco Escobar [14]	2016	Implementar modelos de reconocimiento internacional que busquen lograr la calidad que tienen los procesos y productos de las Pymes de software en Colombia.	Si las Mi Pymes productoras de software de Colombia se quieren comparar con el mercado mundial de su sector, deben comprender la importancia de las certificaciones de calidad que estas últimas ya han logrado. Sin embargo, lograr determinado nivel de certificación, exige seguir modelos reconocidos llevan a cabo proyectos. Se utilizó investigación básica y aplicada. El instrumento principal fue la encuesta, realizada a 50 empresas desarrolladoras de software.

### C. Exploración de ideas y selección de alternativa

Se decidió utilizar el método Scamper, dado que es una técnica que permite generar ideas en los diferentes pasos del proceso, por medio de preguntas asociadas a siete (7) categorías. Ahora bien, cada categoría propone un tipo de pregunta que guiara la dirección de la solución, teniendo en cuenta que sean soluciones válidas para el proyecto. Las preguntas con las que se trabaja en la herramienta se evidencian en la Tabla XI.

TABLA XI.  
PREGUNTAS MÉTODO SCAMPER

<b>Sustituir:</b> ¿Qué se puede sustituir? ¿Se puede cambiar el proceso o persona? ¿Se puede cambiar el procedimiento?	<b>Combinar:</b> ¿Se puede combinar etapas del proceso? ¿Qué pasaría si se combinan productos?
<b>Adaptar:</b> ¿Se puede adaptar un producto para otra función?	<b>Modificar:</b> ¿Qué se podría modificar para optimizar el proceso?
<b>Poner en otros usos:</b> ¿Qué otros usos se le puede dar al proyecto? ¿Se puede solucionar otro problema?	<b>Eliminar o minimizar:</b> ¿Se puede eliminar pasos del proceso? ¿Se puede optimizar actividades del proceso suprimiendo o minimizando etapas? ¿Hay actividades innecesarias dentro del proceso?
<b>Reordenar o invertir:</b> ¿Se puede modificar la secuencia del procedimiento? ¿Se puede cobrar antes de vender?	

De acuerdo con la información recopilada en la tabla y enfocada en la causa raíz encontrados en el análisis de datos, el equipo generó ideas de acuerdo con cada categoría del método Scamper, las cuales se filtraron, eliminando las más complejas, las resultantes y más acertadas permitirán el desarrollo del proyecto. En este proyecto consideramos necesario que cada alternativa integre aspectos de tipo educativo, tecnológicos y de gestión.

#### Alternativa #1

Sustituir el procedimiento en el recibimiento de requerimientos, dado que, aquí solo está presente el dueño de la empresa y el cliente, por lo tanto, la propuesta es la presencia del desarrollador y de quien va a utilizar el software por parte de la empresa cliente en el análisis de requerimientos, generando ayudas en la recolección de la información por medio de herramientas de fácil comprensión, creando un formato estandarizado de recepción de requerimientos.

#### Alternativa #2

Adaptar un software estandarizado que permita ser la base para generar opciones para nichos de mercado específicos con actividades económicas similares que presenten problemas parecidos, es decir, que sufra pocos cambios y así poder ganar tiempo en el proceso.



*Alternativa #3*

Otro uso será dejar una referencia metodológica que permita a empresas Pymes del sector evaluar su flujo de procesos.

*Alternativa #4*

Reordenar o mejorar el flujo de procesos en el desarrollo de software.

*D. Objetivos*

Objetivo general:

*Diseñar una propuesta para el mejoramiento de los tiempos de ciclo y el desempeño del producto en el desarrollo de software en Pyme del sector.*

Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico del estado actual del proceso de desarrollo del software en la empresa Expert Project S.A.S.
- Diseñar una metodología que permita mejorar el proceso actual de desarrollo de la empresa Expert Project S.A.S.
- Validar la propuesta del mejoramiento del proceso de desarrollo de software en la empresa con el fin de mejorar su cadena de valor.
- Analizar la satisfacción del cliente a través de un sondeo que permita la recolección de datos.

*E. Plan de trabajo (PdT)*

A continuación, se presenta la Tabla XII, en la que se observan los objetivos específicos y las correspondientes actividades a llevar a cabo para la realización de estos, junto con los entregables del proyecto y su fecha de entrega.

*TABLA XII.  
PLAN DE TRABAJO*

Objetivo Específicos	Área	Actividad	Herramientas de Ingeniería Industrial	Entregable (alcance)	Fecha máxima entrega
Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de desarrollo de software de la empresa.	Sector telecomunicaciones Pymes software	Analizar y estudiar las etapas del proceso actual.	Cronómetro Formatos Otras herramientas de medición	Informe del estado actual del establecimiento	30/11/2020
Diseño de la metodología propuesta para mejorar el proceso de desarrollo del software.	Sector telecomunicaciones Pymes software	Evaluar y Realizar pruebas.	Herramientas adquiridas en la carrera de ingeniería industrial	Formatos Presentaciones Acciones de prueba	30/11/2020
Validación de la estrategia o propuesta.	Sector telecomunicaciones Pymes software	Validar Etapas de desarrollo del software.	Simuladores Excel Otras herramientas de ingeniería	Proyecto final Diseño de estrategia	30/11/2020
Generar cuestionarios estándar que permitan realizar mediciones periódicamente de la satisfacción del cliente.	Sector telecomunicaciones Pymes software	Medir satisfacción mediante preguntas diseñadas para el cliente.	Excel Word Herramientas de análisis	Formatos Presentaciones	30/11/2020

**IV. DISEÑAR**

*A. Desarrollo del diseño de la solución*

A través de los años se ha constatado que los requerimientos o requisitos son la pieza fundamental en un proyecto de desarrollo de software, ya que marcan el punto de partida para actividades como la planeación, básicamente en lo que se refiere a las estimaciones de tiempos y costos, así como la definición de recursos necesarios y la elaboración de cronogramas que será uno de los principales mecanismos de control con los que se contará durante la etapa de desarrollo [22].



La especificación de requerimientos, para un desarrollo eficaz de un producto, en este caso Software, es de gran importancia para las empresas en Colombia y más para las Pymes tanto por los intereses económicos como para resolver los problemas que el proyecto plantea, concediendo al grupo de analistas una mejor idea del producto final que se requiere implementar [22]. Es por esto por lo que, este apartado está pensado y desarrollado para minimizar los errores en la especificación de requerimientos de negocio. se optó por seleccionar la alternativa de sustituir el procedimiento de recepción de requerimientos, debido a que, la mayoría de los procesos en un desarrollo de Software dependen o tienen como principal fuente esta actividad, donde se deja en claro las necesidades de una parte (cliente) y la propuesta de la otra (Empresa Pyme Software).

En estos momentos en las empresas pymes Software del Valle del Cauca, utilizando metodologías ágiles y herramientas o softwares de procesos ágiles como JIRA (herramienta de desarrollo de software líder de los equipos ágiles en el desarrollo), cumplen con unos altos estándares de recepción de requerimientos, basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software IEEE (Instituto de Ingeniería Electrónica y Eléctrica). Por lo que es importante aclarar que, este diseño no pretende mejorar las metodologías ya existentes, sino que, mediante un análisis de información ingenieril se ha tratado de recolectar información pertinente de mejora, y mediante sondeos, simulaciones de datos y formatos, brindar una estrategia de mejora en el desarrollo de Software. Actualmente los formatos utilizados no presentan la opción de tener presencia del desarrollador, sino de un analista de requerimientos, no es una falencia, pero podría hacer presencia el desarrollador para así tener varias opiniones sobre los requerimientos.

En consecuencia, para no generar ambigüedades y reprocesos, y teniendo la correcta especificación de requerimientos, con la respectiva claridad de las necesidades o deseos del cliente, se creó el siguiente formato de recepción de requerimientos, donde se recolecta la información de cada uno de los requerimientos y se almacenan con el fin de ser usados en un futuro.

CLIENTE:			FECHA:			
MODIFICACIÓN SI__NO__			CREACIÓN SI__NO__			
DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS						
#	ACTIVIDAD O TAREA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	REGISTRO	HERRAMIENTAS	ANÁLISIS DE TIEMPO
Número de actividad a desarrollar	Actividad del requerimiento: es la parte que el cliente requiere como funcionalidad en el software	Descripción por parte del cliente de lo que busca suplir o la necesidad a cubrir con el requerimiento.	Tipo de requerimiento:	Número de registro total: es decir, con el fin de controlar un datado o almacenamiento de datos, se busca registrar todos los requerimientos y asignarles un consecutivo. Además es eficiente para la reutilización de requerimientos.	Herramientas necesarias tanto para la codificación del requerimiento como para cubrir cualquier otra necesidad fuera del código.	Cantidad de tiempo total que se requiere para terminar cada actividad, cuya finalidad es realizar análisis de tiempos.
			Requerimientos funcionales			
			Requerimientos no funcionales			
			Requerimientos obligatorios			
			Requerimientos recomendables			
Requerimientos opcionales						
FIRMA CLIENTE _____			FIRMA (EMPRESA) _____		FIRMA DESARROLLADOR _____	

Fig. 5 Formato Recepción de Requerimientos

El documento que contenga los requerimientos del sistema debe ser sumamente preciso y definir de manera exacta lo que va a ser implementado. Debe ser parte del contrato entre el comprador o cliente del sistema y desarrollador del mismo. Este formato es de alta importancia, ya permite identificar la clasificación de los requerimientos y la cantidad de tiempo necesaria para desarrollar cada requerimiento, lo que permitiría estimar el tiempo total que sería el tiempo propuesto para el indicador de tiempo.



### Clasificación requerimientos

1. *Requerimientos funcionales*: determina la función que hará en el software, debe ser explícito y entendible para saber su alcance y lo que NO debe hacer. Debe tener relación con lo que espera el usuario a usar en el sistema o software.
2. *Requerimientos no funcionales*: son restricciones de funciones en el software, como capacidad de respuesta o almacenamiento.
3. *Requerimientos obligatorios*: son los requerimientos necesarios en el sistema, es decir, en la usabilidad deben estar presentes sean funcionales o no.
4. *Requerimientos recomendables*: son los requerimientos que después de un análisis del desarrollador propone con el fin de optimizar o mejorar el software.
5. *Requerimientos opcionales*: son requerimientos que pueden evitar procesos o que pueden abordar una nueva función, también depende del desarrollador.

Con el formato de recepción de requerimientos, se realizó la descripción de actividades propuestas dentro del proceso de Recepción de requerimientos, además de identificar los responsables de cada actividad, con el fin de minimizar la omisión de información. Cada una de estas actividades está enfocada a permitir el análisis, documentación de los requerimientos de un sistema y el correcto desarrollo de su análisis.

En la Tabla XIII se muestra la descripción y participantes en cada una de las actividades.

*TABLA XIII.*  
*TABLA DE DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PARTICIPANTES PYME-EMPRESA CLIENTE*

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PARTICIPANTES
<b>Entrevista comercial</b>	Analizar los requerimientos del cliente en la oportunidad del negocio para Pyme desarrolladora de software.	Gerente Pyme software, desarrollador Pyme software, Gerente cliente y empleado cliente.
<b>Análisis necesidades del cliente o deseos del cliente</b>	Analizar las necesidades de la empresa cliente para verificar la factibilidad de implementación.	Desarrollador Pyme software, Gerente cliente y empleado cliente.
<b>Realizar Propuesta</b>	Creación y justificación de propuesta de desarrollo software.	Gerente Pyme software.
<b>Aprobación propuesta cliente</b>	Análisis del gerente cliente sobre propuesta presentada por el desarrollador de software de Pyme del sector	Desarrollador Pyme software, Gerente cliente y empleado cliente.
<b>Analizar y diseñar configuración</b>	Analizar requerimientos y generar arquitectura del software.	Desarrollador Pyme software.
<b>Análisis de criterios y aceptación</b>	Validación de criterios y entendimiento	Empresa cliente y Empresa Pyme desarrolladora de software.

Este formato quedaría también estructurado con un diagrama de procesos, donde se indican las actividades que también serían parte de este nuevo proceso de recepción de requerimientos y su orden respectivo.

Para finalizar, esta estrategia de mejoramiento mediante sustitución o modificación de procesos busca una mejora continua de indicadores que ayuden al crecimiento y posicionamiento de las empresas de desarrollo de Software hecho a la medida en el Valle del Cauca, así que, se espera alcanzar un mínimo en porcentaje de mejoras para cada indicador.

Con lo anterior, se pretende entonces lograr una reducción en los errores y cambios propuestos por los clientes al menos un 30%, además de reducir tiempos propuestos en un 20%, para esta reducción no puede ser muy alta la expectativa, ya que no se profundizó sobre qué otras áreas podrían verse afectadas, por ende, la mejora fue basada en el tiempo en semanas y en no implicar mucho cambio de otras actividades.

Por último, con el fin de mejorar la satisfacción del cliente ligado a la funcionalidad y eficiencia del Software entregado, se busca que estas dos cualidades que se encuentran en el Formato de Validación Software se apliquen a empresas clientes, permitiendo tener una medida cualitativa o cuantitativa que expresa una verdadera calificación por parte de las Empresas Clientes.



### B. Validación del diseño propuesto

Como se describe en el libro “The machine that changed the world” (Womack y Jones, 1990), el Sistema de Producción Toyota (que incluye Lean Manufacturing), fue popularizado en América en los años 80 y 90 por el “Massachusetts Institute of Technology” que estudió la diferencia del sistema de producir automóviles en Estados Unidos, que apenas había cambiado desde la producción en masa de Henry Ford y el nuevo sistema de producción japonés. Muchas empresas decidieron transformar su sistema de producción en Lean Manufacturing lo que los llevó a ser mucho más eficientes. Hoy en día el Lean Manufacturing es un sistema conocido en todo el mundo y que cada día tiene más adeptos.

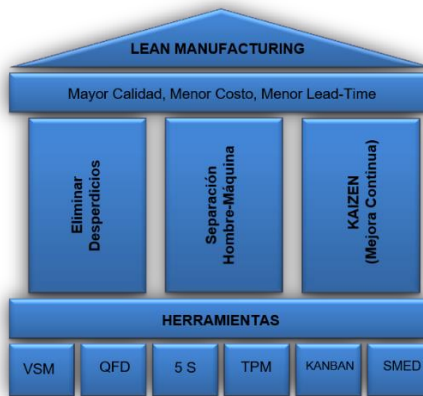


Fig. 6 Lean Manufacturing [23]

Una de las principales herramientas de la Metodología Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) es el Value Stream Mapping (VSM) o Mapeo de Flujo de Valor, el cual tiene como fin de eliminar los desperdicios e identificar las actividades que agregan valor y satisfacen las necesidades del cliente dentro del proceso productivo. Para que esto se logre se debe crear una cultura organizacional orientada hacia el pensamiento Lean.

La aplicación de Value Stream Mapping ofrece como resultado un nuevo modelo de producción que estará acorde a las necesidades de actuales y futuras sobre los costos y por supuesto del servicio al cliente.

La técnica del Value Stream Mapping, es una práctica común en el área de manufactura que tiene el fin de crear ambientes productivos flexibles y eficientes, que lleven como consigna la metodología Lean Manufacturing.

La producción Lean abarca una gran variedad de herramientas y técnicas, y su objetivo es eliminar actividades que no agregan valor y los desperdicios a través de la mejora continua. Entre las principales técnicas que se pueden mencionar se encuentran: el Value Stream Mapping, la metodología 5'S, el Flujo Continuo, Diseño por Células, Sistema Pull, entre otros.

El Value Stream Mapping se presenta como una herramienta útil para el rediseño de sistemas productivos, comienza con un diagnóstico del estado actual para después proponer un planteamiento del estado futuro. Este tipo de mapas ayudan a visualizar más allá de un proceso de un solo nivel, en ellos se puede ver el flujo completo del proceso, además que permite no solo a identificar el desperdicio sino la fuente que lo origina, muestra el enlace del flujo de información y el material. Es una herramienta cualitativa por medio de la cual se describe detalladamente cómo debería funcionar el proceso para crear flujo de valor (Rother, y Shook, 1999) [24].

Sin embargo, hoy en día son pocas las empresas de servicios que han apostado por la aplicación de la Value Stream Mapping para analizar sus procesos con el fin de lograr mejoras que estén orientadas a un mejor servicio al cliente. Este trabajo está orientado a presentar la aplicación del Value Stream Mapping, una herramienta fundamental y crítica, para hacer frente a lo que muchas empresas les resulta difícil realizar: hacer un cambio fundamental en los procesos de servicio tales como los administrativos, de salud y actividades financieras, solo por mencionar algunos.



Se mostrará cómo los elementos fundamentales del Lean Manufacturing y el Value Stream Mapping se aplican a este tipo de actividades a través de la identificación de procesos clave para enfrentar el cambio, de una manera sencilla con un mapa del estado actual donde se identifican desperdicios, para después poder vislumbrar un mapa del estado futuro con las mejoras necesarias y tener un mejor proceso que se traduzca en beneficios para el cliente y por supuesto, lo más importante poder contar con un plan de acción para la implementación del estado futuro de manera que cada la mejora vaya siendo constante.

Este proyecto presenta un caso de aplicación referido a la prestación de servicios de software, aunque se podría pensar que los procesos de software difieren en mucho de los procesos de manufactura, también existen similitudes que pueden hacer del uso de herramientas de Lean Manufacturing un éxito. Por ejemplo, el armado de una nevera y la realización de un software, en ambos casos los trabajadores deben recurrir a diferentes y a veces complejos procesos para poder cumplir su trabajo y proporcionar así valor a las necesidades del cliente.

Dentro de la investigación del estado actual del Value Stream Mapping en los servicios, en el Capítulo I del presente trabajo se describe a detalle un par de aproximaciones del uso de las herramientas Lean en procesos de servicio. Dos Reis y Picchi (2003) presentan un estudio sobre la industria de la construcción en Brasil [25]. Por otro lado, Giannini (2007) presenta un estudio de la aplicación de las herramientas Lean en los procesos de servicio, el autor toma como base la aplicación de estas herramientas en el sector manufacturero [25].

En otro estudio, Rico (2005) aborda los conceptos Lean en los procedimientos administrativos, el objetivo que plantea es realizar un estudio de la utilización de los conceptos de la producción Lean en el área administrativa y propone una aplicación de la hoja de ruta de proceso [25]. De igual manera, Süffert (2004) presenta un análisis del pensamiento Lean en servicios aplicado a un caso de estudio en el sector bancario brasileño. En la misma línea de investigación se encuentra Turati (2007), su objetivo fue aplicar los conceptos de la oficina Lean en los procedimientos administrativos del sector público [25].

### *Problema*

Cualquier empresa debe mantener un estricto control sobre los procesos internos. Pero si se habla de empresas que se dedican completamente a procesos de servicio, este control se vuelve indispensable para la supervivencia de la empresa. Está comprobado que más del 30% de las personas que dejan de comprar un producto o servicio, renuncian a su decisión de compra debido a fallas de información y atención cuando se interrelaciona con las personas encargadas de atender y motivar a los compradores.

Ante esta realidad, se hace necesario que la atención al cliente sea de la más alta calidad, con información, que no sólo se tenga una idea de un producto, sino, además, de la calidad del capital humano y técnico, con el que se va a establecer una relación comercial.

En las Figuras 8, 9 y 10 se presentan los Value Stream Mapping en diferentes estados, como a futuro, actual y a futuro con requerimientos.



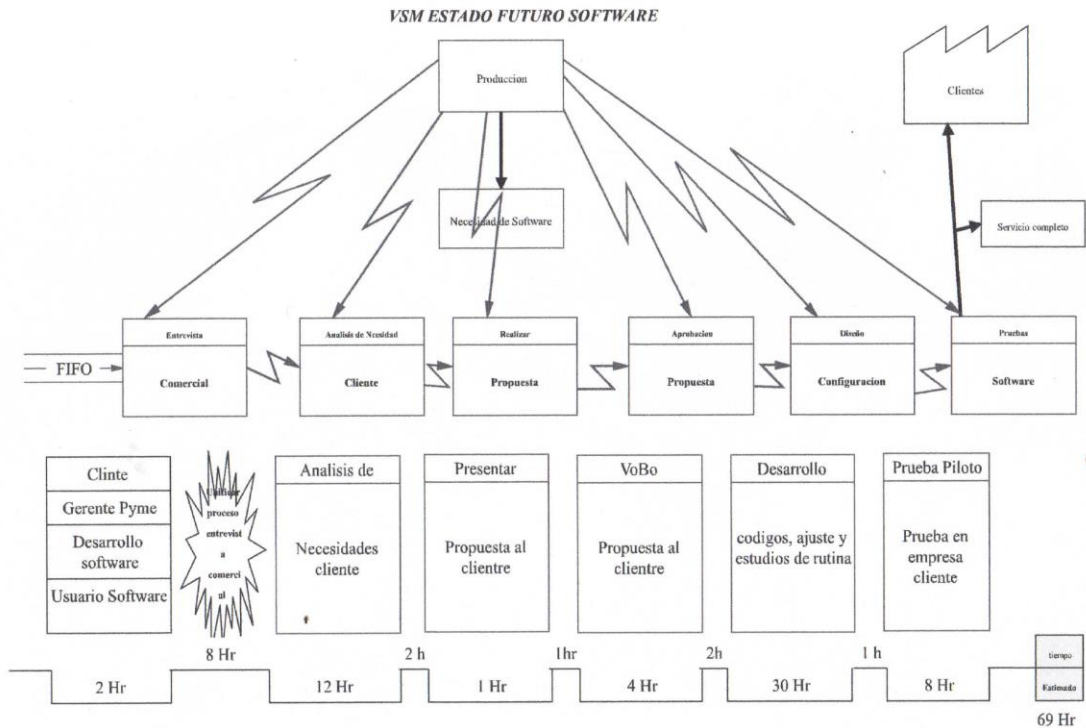


Fig. 7 VSM Estado Futuro Software

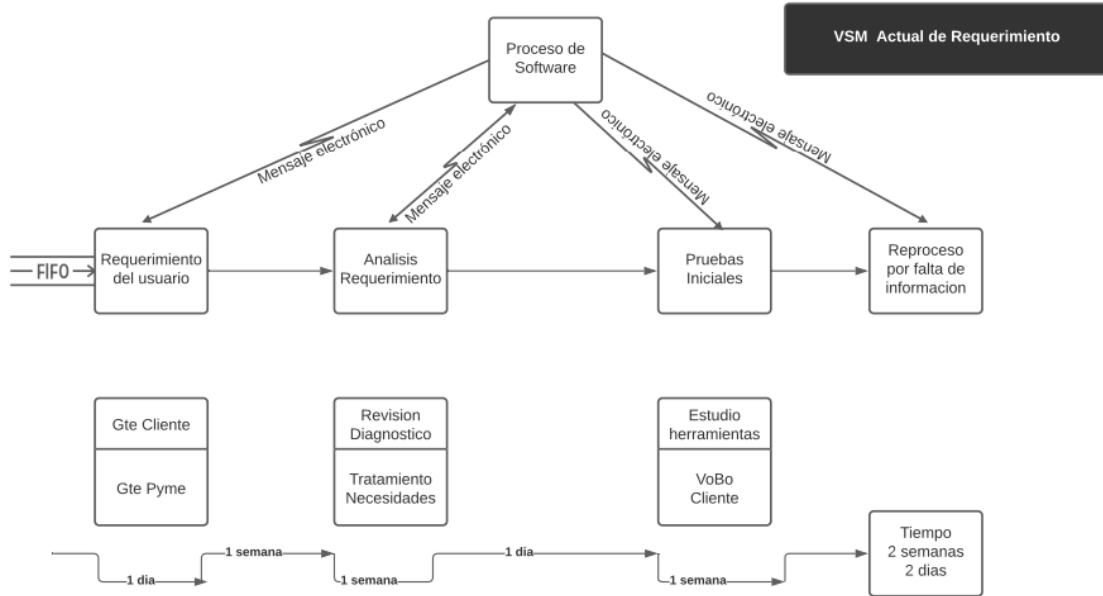


Fig. 8 VSM Actual de Requerimiento



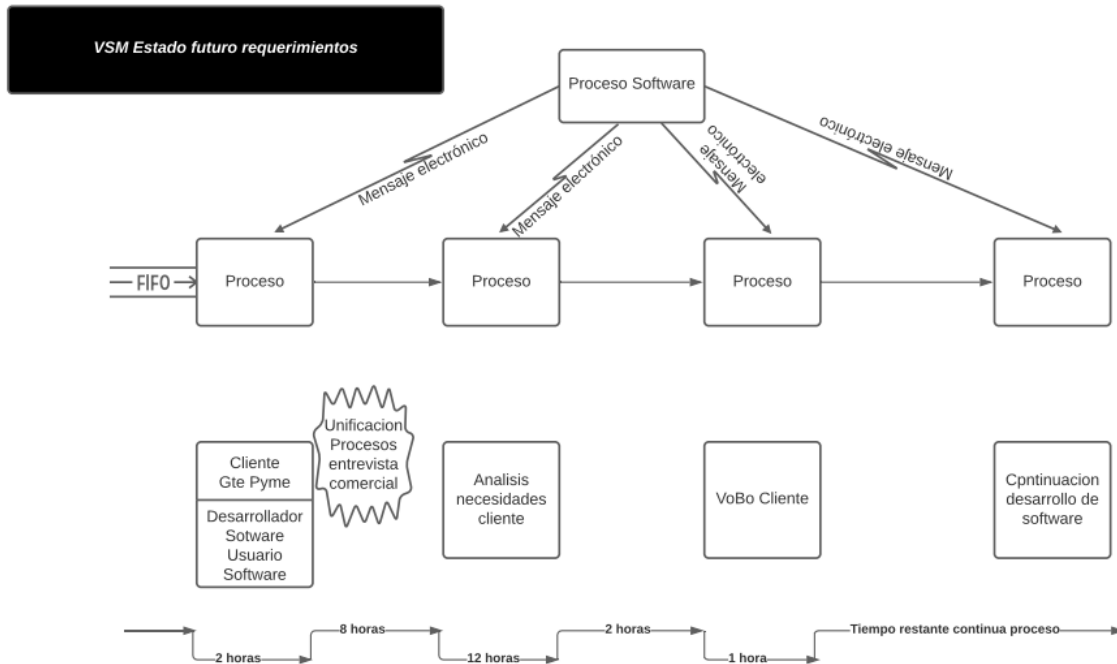


Fig. 9 VSM Estado Futuro de Requerimientos

### Simulación de tiempos ociosos en el sistema de desarrollo de software

Con el objetivo de estimar los tiempos que el sistema está consumiendo en resolver dudas del desarrollador se realiza un modelo por medio del programa simio, de forma que se considera algunos factores que alargan este tiempo de desarrollo y que de ser reducidos permitirían una reducción en el tiempo/software que manejan las empresas del sector. Como ya se mencionó, actualmente el desarrollador no está en el momento en que el cliente expone su idea de software, lo que hace que durante el desarrollo el número de dudas aumente y que en ocasiones el desarrollador se vea en la obligación de interrumpir el trabajo hasta que se obtenga la respuesta del cliente o generar reprocesos, ya que es posible que el desarrollador continúe programando y en el momento en que recibe la respuesta a su duda, esta altere el código ya avanzado.

Esta condición se mantiene inicialmente y se utilizarán algunos escenarios de simulación para observar cómo varían los tiempos ociosos. Es muy importante señalar que la simulación no está considerando el tiempo de desarrollo del software, exclusivamente los tiempos extra que el sistema consume fuera del desarrollo normal que requiere un software bajo los estándares de calidad que demanda la industria.

### Factores en la simulación

Los factores que utilizará la simulación son los siguientes con su respectivo State Assignment. Los ("") indican en qué parte del modelo está ubicado dicho State, y podrán observarse en la figura de la simulación el cual se anexa en el capítulo Esquema del Modelo:

- (NP) Nivel Programa: determina qué dificultad tiene el desarrollo del programa, 1 de cada 10 programas tiene un nivel alto, 3 de cada 10 tiene un nivel Medio y el resto son software de bajo nivel. Como se muestra en la Figura 11.

```
Entity Entering, ModelEntity.NivelPrograma, Random.Discrete("Alto",0.1,"Medio",0.4,"Bajo",1)
Entity Entering, ModelEntity.HoraLlegada, TimeNow
```



Fig. 10 Factores de simulación NP [Propia: SIMIO].

- **Nivel del Desarrollador Asignado:** según el nivel de dificultad el software se asigna a un desarrollador de un nivel más alto teniendo en cuenta la experiencia del desarrollador. El 100% del software de nivel alto son desarrollados por programadores de nivel Alto, el 60% de los softwares de nivel medio son desarrollados por los programadores de nivel Junior, y los softwares de nivel Bajo son desarrollados por niveles Junior; esto es algo que se observa en la jerarquía de las organizaciones de desarrollo de software. Como se muestra en la Figura 12.

```
Custom Condition, ModelEntity.NivelPrograma=="Alto", ModelEntity.Desarrollador, "Alto"
Custom Condition, ModelEntity.NivelPrograma=="Medio", ModelEntity.Desarrollador, Random.Discrete("Alto",0.4, "Junior",1)
Custom Condition, ModelEntity.NivelPrograma=="Bajo", ModelEntity.Desarrollador, "Junior"
```

Fig. 11 Factores de simulación Nivel de desarrollo asignado [Propia: SIMIO].

- **Número de consultas a clientes:** esta es la variable de estudio, para la simulación y según las diferentes consultas se espera un comportamiento binomial con los siguientes parámetros. Como se muestra en la Figura 13.

Scenario			Replications		Controls
<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Status	Required	Completed	Numero_Conultas
<input checked="" type="checkbox"/>	Actual	Idle	35	35 of 35	Random.binomial(0.4,3)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario2	Idle	45	45 of 45	Random.binomial(0.35,2)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario3	Idle	40	40 of 40	Random.binomial(0.35,3)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario4	Idle	35	35 of 35	Random.binomial(0.4,2)

Fig. 12 Número de consultas a clientes. [Propia: SIMIO].

El uso de la binomial corresponde a que el comportamiento está limitado a tres consultas discretas, generalmente dos o tres, y en ocasiones uno, además se anexan los tres escenarios de estudio, los cuales corresponden a variaciones de este parámetro. En el escenario 1 se observa el caso actual; para el escenario 2 se considera una reducción tanto en la probabilidad de consulta ( $p$ ) de 0,4 a 0,35 como en el número de consultas posibles ( $n$ ) de tres a dos, siendo este el escenario más optimista. Por otra parte, los otros dos escenarios solo consideran una disminución en  $p$  o en  $n$ , siendo el más pesimista el escenario 3, ya que da la posibilidad de requerir tres consultas aun cuando el desarrollador está o hace parte de la reunión, el número de réplicas se determinó al correr la simulación y verificar que los errores de confianza estuvieran dentro de 0.5 días para los escenarios de manera individual y se anexan en la gráfica anterior.

- **Tiempo Extra:** en ocasiones el desarrollo se valora en tiempo por debajo del tiempo estimado, lo que genera un tiempo extra de desarrollo, esto también se debe a que la valoración de tiempo no la realiza el desarrollador sino el cliente en acuerdo con el responsable comercial, basándose en la estadística; si el desarrollador estuviera en la reunión este parámetro se desplazara de forma descendente y mejoraría el nivel de servicio del cliente ya que tendría la fecha de entrega con mayor precisión y los órdenes retrasadas serían menores.

Name	Status	Tiempo_Extra
Actual	Idle	Math.Max(0,Random.normal(2,0.2))*(ModelEntity.Desarrollador=="Junior")+Math.max(0,Random.normal(1,0.3))*(ModelEntity.Desarrollador=="Alto")
Scenario2	Idle	Math.Max(0,Random.normal(1,0.2))*(ModelEntity.Desarrollador=="Junior")+Math.max(0,Random.normal(0.5,0.3))*(ModelEntity.Desarrollador=="Alto")
Scenario3	Idle	Math.Max(0,Random.normal(1,0.2))*(ModelEntity.Desarrollador=="Junior")+Math.max(0,Random.normal(0.5,0.3))*(ModelEntity.Desarrollador=="Alto")
Scenario4	Idle	Math.Max(0,Random.normal(1,0.2))*(ModelEntity.Desarrollador=="Junior")+Math.max(0,Random.normal(5,0.3))*(ModelEntity.Desarrollador=="Alto")

Fig. 13 Tiempo extra [Propia: SIMIO]

En la Figura 14 se presentan los escenarios con el respectivo Tiempo Extra asignado, el cual depende del desarrollador que ejecuta el proyecto. Sin embargo, cabe resaltar que el nivel del desarrollador depende de la dificultad del software así que la relación se debe también al nivel de proyecto, además, los desarrolladores de nivel Junior solo requieren tiempo extra cuando



trabajan en programas de dificultad media y los desarrolladores de nivel alto solo lo requieren en dificultad alta. Esta idea se representa mucho mejor en la Figura 15.

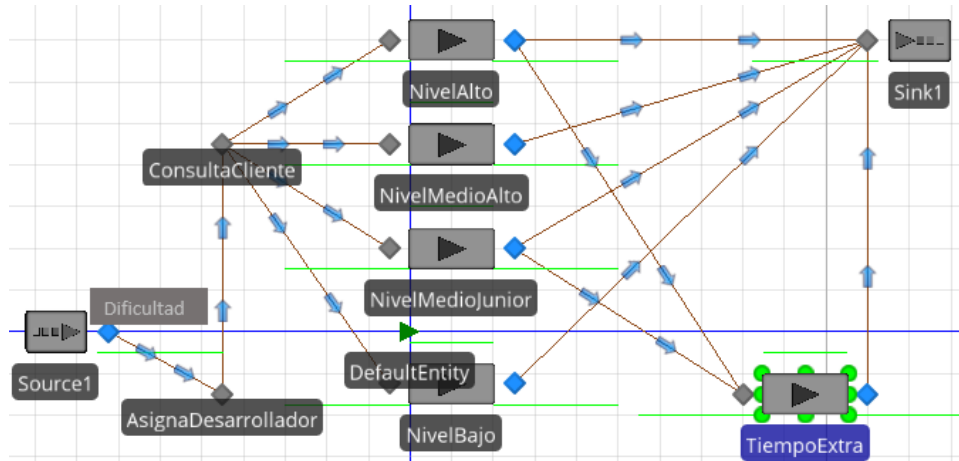


Fig. 14 Esquema del modelo [Propia: SIMIO]

En la Tabla XIV se puede observar el esquema de la simulación de forma que inmediatamente sale la entidad “Solicitud de desarrollo”, de la fuente se asigna la dificultad [Bajo, Medio y Alto], luego se determina qué nivel de desarrollador realizará el proyecto [Alto, Junior]. De esta manera, se da paso a asignar el número de consultas aleatorias que el proyecto requiere bajo su definición y posterior a esto se envía a los servidores donde se encuentra la siguiente tabla.

TABLA XIV.  
TIEMPO DE SERVICIO

Nivel [Proyecto, Desarrollador]	Tiempo en Servidor
Nivel Alto	ModelEntity.SolicitudesInfo*Math.Max(Random.Normal(0.4,0.05),0)
Nivel Medio Alto	ModelEntity.SolicitudesInfo*Math.Max(Random.Normal(0.4,0.15),0)
Nivel Medio Junior	ModelEntity.SolicitudesInfo*Math.Max(Random.Normal(0.4,0.25),0)
Nivel Bajo	ModelEntity.SolicitudesInfo*Math.Max(Random.Normal(0.4,0.30),0)

De forma que este tiempo no es tiempo de desarrollo sino el tiempo de espera en las consultas o tiempo de reprocesos en su defecto, finalmente incluimos un tiempo extra el cual fue definido con anterioridad y finalmente damos salida a la entidad.

### Resultados de la simulación

El sistema asigna una hora de entrada a la entidad y una hora de salida en días, la diferencia sería el total de tiempo ocioso del software, teniendo en cuenta los parámetros y supuestos; como se muestra en la Figura 16.

Scenario			Replications		Controls		Responses
<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Status	Required	Completed	Numero_Consultas	Tiempo_Extra	AverageTimeSModel
<input checked="" type="checkbox"/>	Actual	Comple...	35	35 of 35	Random.binomial(0.4,3)	Math.Max(0,Random...	10,8036
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario2	Comple...	45	45 of 45	Random.binomial(0.35,2)	Math.Max(0,Random...	5,87393
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario3	Comple...	40	40 of 40	Random.binomial(0.35,3)	Math.Max(0,Random...	8,99378
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario4	Comple...	35	35 of 35	Random.binomial(0.4,2)	Math.Max(0,Random...	6,89175

Fig. 15 Resultados de la simulación [Propia: SIMIO]



Los tiempos ociosos se reducen en el mejor de los casos en cinco días, y en un caso conservador en dos días, de forma que recordando que los valores tienen un  $hw = 0.5$  días y pensando en una empresa de desarrollo de software donde el día de un desarrollador alto es de 125 mil COP y el de un junior en 83 mil COP se está de acuerdo en que la estrategia de incluir al desarrollador en las reuniones de valoración y clarificación del proyecto generaría menores gastos de la siguiente forma. Como se indica en la Tabla XV.

TABLA XV.  
DESARROLLO

	Tiempo Ocioso	Altos	Medio Alto	Medio Junior	Bajo	Total	Costos Alto	Costo Junior	Costo Ocioso
Actual	10.83	12.9	14	20.28	73.7	121	36,416	84,478	120,894
Esc 1	5.87	12.9	14	20.28	73.7	121	19,738	45,788	65,526
Esc 2	8.99	12.9	14	20.28	73.7	121	30,229	70,125	100,354
Esc 3	6.89	12.9	14	20.28	73.7	121	23,168	53,744	76,912

La empresa que se simula maneja 121 programas al año de forma que en tiempos ociosos se estaría reduciendo los costos aproximadamente en 20 millones al año. Este tiempo que podría destinarse a otros proyectos o reducir el número de desarrolladores, como se indica en la Tabla XVI.

TABLA XVI.  
TIEMPO TOTAL

	Tiempo Ocioso	Total	Tiempo Total Meses	Diferencia Meses
Actual	10.83	121	44	
Esc 1	5.87	121	24	-20
Esc 2	8.99	121	36	-7
Esc 3	6.89	121	28	-16

Es decir que se podría utilizar siete meses de un desarrollador y en un caso normal 16 meses en un caso más optimista, de forma que la estrategia resulta muy beneficiosa para las organizaciones de desarrollo.

Con el fin de validar el diseño, teniendo en cuenta cualidades o atributos que sirven para mejorar la calidad, se creó el “Formato de validación Software empresa cliente”, con el que se busca una evaluación sencilla del cliente sobre el producto obtenido, en este caso un desarrollo de Software. Este formato sería la forma de validar mediante atributos si hubo o no una mejora en la calidad del desarrollo.

Se entregó este formato a 10 personas que han sido clientes de empresas desarrolladoras de Software hecho a la medida con características similares a Expert Project, estas empresas clientes se basaron en Software que han adquirido en un periodo cercano antes de la pandemia. Estas calificaciones se encuentran en anexos. Para medir el desempeño de la calificación, se asigna un sistema de puntos el cual por medio del formato trabajado indica un puntaje de forma que en el caso de la mejor calificación se cuente con 100 puntos. Este formato se presenta en la Tabla XVII.

TABLA XVII.  
FORMATO VALIDACIÓN SOFTWARE EMPRESA CLIENTE

Formato Validación Software Empresa Cliente



CUALIDAD	PREGUNTAS	CALIFICACIÓN		
		No	Parcialmente	Si
Funcionalidad	¿Cumple el software con los requisitos funcionales?			
Eficiencia	¿Cumple el desarrollo con un desempeño óptimo? ¿Cumple con las condiciones iniciales?			
Confiabilidad	¿Tiene el software la capacidad de evitar fallas?			
Facilidad de uso	¿Es entendible el manejo del software? ¿El software permite adaptarse a este? ¿El producto se adhiere a un estilo de fácil uso o uso comprensible?			
Mantenibilidad	¿El software se presta o es fácil realizarle cambios? ¿El tiempo de respuesta para cambios es el debido?			
Documentación	¿Encuentra información clara y concisa sobre el software?			
Tolerancia a fallas	¿Es el producto capaz de continuar a pesar de los errores encontrados?			
Requerimientos	¿Existe flexibilidad del proveedor en la incorporación de requerimientos nuevos del proyecto?			
Defectos	¿Se entrega el software con mínimo de defectos aceptables?			

Se realiza una serie de encuestas entre algunos desarrolladores y personas que conocen la calidad del software en forma de expertos para que asignaran porcentajes a cada respuesta, con el fin de totalizar el 100% para cada una, representando así la probabilidad de que para esta se asigne una respuesta, tal como se presenta en la Tabla XVIII.

*TABLA XVIII.*  
*PORENTAJES DE ENCUESTAS VALIDACIÓN DEL SOFTWARE*

Formato Validación Software Empresa Cliente				
CUALIDAD	PREGUNTAS	CALIFICACIÓN		
		No	Parcialmente	Si
Funcionalidad	¿Cumple el software con los requisitos funcionales?	5%	10%	85%
Eficiencia	¿Cumple el desarrollo con un desempeño óptimo? ¿Cumple con las condiciones iniciales?		10%	90%
Confiabilidad	¿Tiene el software la capacidad de evitar fallas?	10%	15%	75%
Facilidad de uso	¿Es entendible el manejo del software? ¿El software permite adaptarse a este? ¿El producto se adhiere a un estilo de fácil uso o uso comprensible?		10%	90%
Mantenibilidad	¿El software se presta o es fácil realizarle cambios? ¿El tiempo de respuesta para cambios es el debido?	5%	10%	85%
Documentación	¿Encuentra información clara y concisa sobre el software?		15%	85%
Tolerancia a fallas	¿Es el producto capaz de continuar a pesar de los errores encontrados?		15%	85%
Requerimientos	¿Existe flexibilidad del proveedor en la incorporación de requerimientos nuevos del proyecto?		15%	85%
Defectos	¿Se entrega el software con mínimo de defectos aceptables?	85%	15%	

Ya con estas respuestas se promedian las encuestas en forma de probabilidad y se realiza un modelo de simulación que busca la respuesta basándose en el porcentaje acumulativo de cada cualidad y se proponen unos valores mejorados debido a la presencia del desarrollador en la reunión de valoración del software. A continuación, en la Tabla XIX se muestran los promedios y mejoras.



TABLA XIX.  
PROMEDIOS Y MEJORAS

	No		Parcialmente		Si	
	Promedios	Mejora	Promedios	Mejora	Promedios	Mejora
<b>Funcionalidad</b>	3.125%	3.125%	6.875%	6.875%	90.000%	90.000%
<b>Eficiencia</b>	1.250%	1.250%	5.000%	5.000%	93.750%	93.750%
<b>Confiabilidad</b>	1.875%	0.750%	6.250%	6.250%	91.875%	93.000%
<b>Facilidad de uso</b>	0.625%	1.000%	8.750%	4.000%	90.625%	95.000%
<b>Mantenibilidad</b>	3.125%	3.125%	9.375%	9.375%	87.500%	87.500%
<b>Documentación</b>	5.625%	5.625%	6.875%	6.875%	87.500%	87.500%
<b>Tolerancia a fallas</b>	3.125%	3.125%	10.625%	10.625%	86.250%	86.250%
<b>Requerimientos</b>	2.500%	1.000%	6.250%	3.000%	91.250%	96.000%
<b>Defectos</b>	90.625%	94.200%	8.125%	5.000%	1.250%	0.800%

Se realiza la simulación en Excel por medio de la metodología de generación de variables pseudoaleatorias en el marco de transformación inversa. En la cual por medio de las probabilidades y los valores de puntuación obtenemos la siguiente formulación.

If ( $x < P_{i0}$ ) [X=No] Then "No\''"  
Elseif  $x < P$  [x=Parcialmente] then "Parcialmente\''"  
Else "Si"

De esta forma, se puede simular y referenciarlo a los puntajes, se muestra una simulación ejemplo en la Tabla XX.

TABLA XX.  
SIMULACIÓN

	Aleatorio	Actual		Mejorado	
		Respuesta	Valor	Respuesta	Valor
P1	0.34260838	Si	11	Si	11
P2	0.7801685	Si	11	Si	11
P3	0.76269608	Si	10	Si	10
P4	0.77684772	Si	12	Si	12
P5	0.18839291	Si	12	Si	12
P6	0.80297773	Si	11	Si	11
P7	0.44129957	Si	11	Si	11
P8	0.8699217	Si	12	Si	12
P9	0.9309332	Parcialmente	3	No	10
<b>Total</b>			<b>93</b>		<b>100</b>

Como se puede apreciar la mejora porcentual genera ocasionalmente diferencias entre el estado actual y el estado mejorado, por medio de 3.000 réplicas buscando un error de 0.3 puntos con un intervalo de confianza del 95%; se obtuvo el resultado que se expone en la Tabla XXI.



TABLA XXI.  
PORCENTAJES DEL ESTADO ACTUAL Y MEJORADO

	Actual	Mejorado
<b>Desempeño Promedio</b>	92.71	93.22
<b>Desv. Desempeño</b>	7.48	7.13
<b>Confianza</b>	95%	95%
<b>Alpha</b>	5%	5%
<b>z[1-a/2]</b>	-1.96	-1.96
<b>n</b>	3000	3000
<b>Error</b>	0.27	0.26
<b>LI</b>	92.44	92.97
<b>LS</b>	92.97	93.48

De forma que se esperaría una mejora en el desempeño de un punto, es clave recordar que es una estrategia sencilla y que incrementar la calidad del producto 1 punto por encima del 90% es mucho más complicado si se evaluaran otras estrategias.

Los formatos presentados (recepción de requerimientos y validación software empresa cliente) tienen un objetivo de reducción de tiempo propuesto que lleva a la reducción de tiempo de entrega, dado que la idea de mejorar la etapa de requerimientos es con el objetivo de reducir tiempos de entrega. Por lo tanto, en este escenario el tiempo propuesto para los softwares pequeños se reducirá en un 20%, ya que una semana podría significar mucho tiempo en otras etapas para la empresa Pyme desarrolladora de Software, para los otros tipos y debido a que no arrojaron en tiempos una significancia importante y que el tiempo de desarrollo es mayor se decidió no modificar dichos tiempos. El simulador de Excel que permitió hallar estos resultados se encuentra en los anexos.

También permite analizar que los pequeños tiempos variables afectan demasiado en este tipo de empresas, donde los tiempos se manejan en semanas y que son demasiado significativas para su planeación, demuestra que una ambiciosa reducción producto de mejoras en el proceso hacen efecto directamente desde el inicio, en este caso la recepción de requerimientos, donde se realiza todo el análisis previo del producto a desarrollar. Con esto se cumple el KPI's del tiempo de desarrollo de Software, donde el objetivo es que fuera menor a cinco semanas de desfase, el escenario con la reducción en el tiempo propuesto fue tan positivo que ahora tiene tiempo a favor en tres semanas.

Para el KPI's de la **Calidad del Desarrollo de Software**, buscando reducir los cambios hechos en un Software post entrega, se definió en la primera etapa de medición que alrededor de seis cambios son hechos sobre 30 Softwares producidos. Por lo tanto, con la estrategia propuesta se busca generar una reducción de errores y de cambios propuestos por los clientes al menos un 30%, lo que llevaría a obtener una reducción de casi dos Software modificados. Por lo tanto, se encontraría un escenario con cuatro Softwares que fueron modificados sobre la producción total.

$$\text{Calidad del Desarrollo del Software: } (30 - 4) / (30) * 100\% = 86\%$$

Efectivamente, la calidad actual en empresas del sector es alta estando en 80%, pero mejorarla implicaría reducir el número de cambios hechos en un 50%, ya sean por errores del desarrollador (poco común) o por cambios propuestos por el cliente que incluso no están presupuestados; es decir, traen beneficios económicos a la empresa, de igual manera son tiempos no estipulados y se consideran como un atraso en el tiempo de entrega. Actualmente, si la estrategia de mejora lograra reducir en un 30% estos cambios, tendría un significado importante, pero aun así de igual manera no se cumpliría el objetivo de alcanzar un 90%, por lo tanto, el objetivo estaría parcialmente cumplido; lo cual se evidencia con la Tabla XXII.

TABLA XXII.  
RESULTADOS KPI'S





VALIDACIÓN KPI'S		CALIFICACIÓN		
Indicadores KPIS	Objetivos	CALIFICACIÓN		
		No lo logró	Parcialmente	Lo logró
Calidad del Desarrollo de software	Alcanzar un 90% en calidad general.		X	
Satisfacción del Cliente	Alcanzar la satisfacción del cliente ALTA (4.5-5).			X
Tiempo desarrollo de Software	El tiempo de desfase debe ser menor al actual. TR < 5.			X

## V. VERIFICAR

### A. Medición de los impactos

#### *Impacto financiero*

El desarrollo del software a la medida es una tendencia que hoy día está siendo adquirida por las empresas Pymes desarrolladoras de Software y que se integran como base sólida en la empresa y les permite seguir creciendo y evolucionando. Es una inversión recuperable en corto plazo que genera confiabilidad en los clientes.

El software permite obtener información en tiempo real, lo que permite realizar planificación acertada en la parte financiera de las empresas, como son la reducción de costos, inversiones a realizar, además de conocer su capacidad financiera, para saber si se necesitan créditos bancarios, y así, realizar una correcta estimación del flujo de caja y proyecciones en un futuro crecimiento de la empresa. En este caso, y en este diseño el impacto financiero va más ligado a la correspondencia del tiempo en dinero, es decir la representación que tiene una unidad de tiempo en ingresos o costos.

La reducción de tiempos que podría lograr las estrategias propuestas lleva a un ahorro de dinero reflejado en tiempo de producción de un Software, es decir, las semanas tienen un valor significativo en varios ámbitos y reducir estos tiempos sería lo mismo que mejorar el valor del producto.

Con datos de 95 países, este estudio confirma que el creciente uso de software con licencia en un mercado nacional conlleva un sustancial aumento en el Producto Interno Bruto (PIB); además, de aumentar un 1% el uso de software de PC con licencia inyectaría a nivel mundial \$73.000 millones en la economía global.

#### *Impacto social*

Busca generar un resultado positivo, beneficiando a un colectivo determinado y generando desarrollo económico en las empresas cuya orientación o dedicación es crear o desarrollar software a la medida.

Además de mejorar el mercado laboral con técnicas o estrategias de desarrollo, buscando generar un trabajo decente y con buen clima laboral, dado que se pretende la unión de los técnicos (desarrollador) con administrativos (gerentes) con el objetivo de mejorar el impacto positivo en la productividad, en la factibilidad organizacional, en la competitividad, así como generar un valor agregado importante como es el desarrollo profesional y capacitado, que se refleja directamente en la capacidad de competir tanto nacional como internacionalmente.

Desde el punto de vista de la sociedad, el software provee flexibilidad, inteligencia y seguridad a todos los sistemas complejos y equipos que soportan y controlan las diferentes infraestructuras claves de nuestra sociedad: transporte, comunicaciones, energía, industria, negocios, gobierno, salud, entretenimiento, etc.



### *Impacto ambiental*

Inicialmente se identifica que el cadmio de monitores contamina el aire; las tarjetas de circuitos y chips dañan pulmones y riñones; y el plástico quemado de monitores, teclados, ratones, etc. contamina el aire, subsuelo y agua; las sustancias cancerígenas contaminan el subsuelo, aire y agua; y el mercurio de las tarjetas de circuitos generan cáncer y contaminan el subsuelo y agua.

Con este proyecto se contribuye a la reducción de impactos ambientales como, riesgos de incendios, ya que no se utilizará una energía no convencional, degradación del suelo, con este diseño se cambiará la cultura de uso de materiales que son extraídos de recursos naturales como por ejemplo el papel y a su vez de forma indirecta en cierto modo favorece la fauna y la vegetación establece más control en radiaciones no ionizantes que colocan en peligro la salud de las personas.

### *B. Estandarización de la solución – POE'S (plan de control)*

Mediante un plan de control de cambios, no solo se pretende obtener sino también controlar y documentar los requerimientos de diseño del Software que sufrirán cambios o modificaciones, es decir, se verán afectados durante el proceso por cambios exigidos por la empresa Cliente. Además, este plan de control servirá para fortalecer la documentación de la empresa con la búsqueda de obtener una mejora continua en términos de Calidad y medio ambiente. la mayoría de las Pymes desarrolladoras de software hecho a la medida en la región, no se encuentran certificadas en normas ISO (9000 y 14000) por motivos económicos, dado que certificarse en una norma ISO tiene un costo alto. Este control de cambios se observa por medio de un formato en la Tabla XXIII.

*TABLA XXIII.  
FORMATO PLAN CONTROL DE CAMBIOS*

<b>PROYECTO</b>	Proyecto el cual solicita cambio.
<b>FECHA</b>	Fecha de petición de cambio.
<b>FUENTES</b>	Persona o empresa que ha definido necesidad del cambio.
<b>AUTORES</b>	Persona o empresa que solicita el cambio.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Señala la necesidad del cambio.
<b>IMPACTO DIRECTO</b>	Partes y elementos afectados por el cambio.
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	¿El cambio se hace necesario por?
<b>ALTERNATIVAS</b>	Otras vías para considerar para abordar la situación planteada.
<b>TIEMPO DE SOLUCION</b>	Especificar el tiempo requerido para la implementación del cambio.

Este plan de control ayuda a dar un análisis global de las necesidades requeridas en el diseño.

### *C. Conclusiones*

- La calidad actual del sector software y la creación de desarrollos en el Valle del Cauca es alta, ya que actualmente, se están utilizando metodologías ágiles y herramientas o softwares de procesos ágiles como JIRA (herramienta de desarrollo de software líder de los equipos ágiles en el desarrollo), cumplen con unos altos estándares de recepción de requerimientos, basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software IEEE (Instituto de Ingeniería Electrónica y Eléctrica).
- La oportunidad de evidenciar el valor de estas empresas en el Valle del Cauca está enfocada en las problemáticas que últimamente este sector ha presentado, dado que hace unos años esta industria mostraba un posible crecimiento, pero las condiciones y cambios que se han presentado a nivel mundial como la reducción de precios en los softwares internacionales, más exactamente en India y Estados Unidos han afectado la competitividad.



- La búsqueda de valor en el proceso del desarrollo de software radica en el desarrollador, que puede ser un ingeniero o un tecnólogo, en esta parte clave es donde se identifica la diferencia en cada software.
- A partir de las diferentes metodologías, normas o técnicas que existen en el mundo informático no hay certeza de que alguna cumpla con un 100% de la calidad esperada en un desarrollo de software; sin embargo, experimentar y usar estas metodologías, técnicas o normas otorgan un grado importante de confianza a los desarrolladores y gerentes sobre el ciclo de vida del software.
- El sector manufacturero está llamado a crear todo tipo de ventajas competitivas que contribuyan a crear oportunidades de empleo y mejoramiento de la calidad bajo una condición de ámbito sostenible y es probable que utilizando software puedan llegar a la automatización de algún proceso, a la adecuada recolección de información que permita la medición de calidad, o incluso a la mejora de condiciones para el personal.
- Se hace necesario la implementación de herramientas administrativas actualizadas que se pueden aplicar a estos procesos buscando la mejora continua y minimizando los tiempos muertos y reprocesos.
- La innovación constante dentro de un proceso siempre traerá alternativas que fomentan la sostenibilidad empresarial en función del tiempo.
- La investigación continua en la formulación de procesos trae como resultado unas optimizaciones y mejoras de estos que permiten el crecimiento de las pymes generadoras de software.

#### D. Recomendaciones

- Por conveniencia y para la aplicación de proyectos con el mismo enfoque, es necesario recaudar información histórica sobre requerimientos y producción de software con el fin de realizar una evaluación real.
- Es importante trabajar con empresas que estén al alcance, dado que la información recolectada en práctica es fundamental para la realización de este tipo de proyectos.
- Si las Pymes desean tener ventajas competitivas en un mundo globalizado, deben mantenerse actualizadas y a la vanguardia para generar cambios planificados, por esto, el mejor activo con el que deben contar es, por un lado, la riqueza intelectual de sus empleados y por el otro, su capacidad para incrementarla de forma exponencial.
- Fomentar el proceso investigativo con objetivos claros y alcanzables.
- Generar aplicaciones y organizaciones destinadas a crear herramientas de mejoramiento de procesos de generación de software.

## VI. GLOSARIO

*Cadena de valor:* es una herramienta de análisis estratégico que ayuda a determinar la ventaja competitiva de la empresa.

*Pymes:* tamaño empresarial micro, pequeño, mediano o grande.

*Software:* conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

*TI:* tecnologías de la información.

TABLA XXIV.  
TABLA DE ANEXOS

No. Anexo	Nombre	Desarrollo (propio o terceros)	Tipo de Archivo (PDF, HTML, Excel, Word...)
1	Encuesta Gerente	Propio	Word
2	Entrevista Desarrollador de Software	Propio	Word
3	Entrevista de Club de Líderes Internacional a la Dra. Paola Restrepo Ospina, Directora Ejecutiva Fedesoftware	Fedesoftware- Revista semana	Word
4	Datos de Simulación	Propio	Word



5	Manual de Metodología	Propio	Word
---	-----------------------	--------	------

## VII. REFERENCIAS

- [1] J. Quintero, J. Sánchez. (2006). “La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico”, *Telos*. [En línea]. Vol. 8, (3), pp. 377-389. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318788001.pdf>
- [2] A. Boronat, J. Carsí, I. Ramos y A. Gómez. (2003). Del método formal a la aplicación industrial en Gestión de Modelos: Maude aplicado a Eclipse Modeling Framework1. [En línea]. Disponible en [https://www.ecured.cu/Desarrollo\\_de\\_software](https://www.ecured.cu/Desarrollo_de_software)
- [3] EVA Software & Hardware Design. (2018). Las 4 diferencias entre una startup y una pyme. [En línea]. Disponible en <https://evainnova.com/emprendimiento/las-4-diferencias-entre-una-startup-y-una-pyme/>
- [4] C. Ruiz, M. Piore, A. Schrank. (2005). “Los retos para el desarrollo de la industria del software”, *Comercio Exterior*. [En línea]. Vol. 55, (9), pp. 744-753. Disponible en <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/87/1/Ruiz-Schrank.pdf>
- [5] S. Martínez, S. Arango, J. Robledo. (2015). “El crecimiento de la industria del software en Colombia: un análisis sistémico”, *Revista EIA*. [En línea]. (23), pp. 95-106. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372015000100009&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372015000100009&script=sci_abstract&tlng=es)
- [6] I. Romero. (2006). “Las PYME en la economía global. Hacia una estrategia de fomento empresarial”, *Problemas del desarrollo*. [En línea]. Vol.37, (146), pp. 31-50. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v37n146/v37n146a3.pdf>
- [7] F. García, E. Boom, S. Molina. (2017). “Habilidades del gerente en organizaciones del sector palmicultor en el departamento del Cesar – Colombia”, *Revista Científica Visión de Futuro*. [En línea]. Vol. 21, (2). Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3579/357955446001/html/index.html>
- [8] L. Zuleta, “Inclusión financiera de la pequeña y mediana empresa en Colombia”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, Sep. 2016. Disponible en [https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/documento\\_-\\_inclusion\\_financiera\\_de\\_la\\_pequena\\_y\\_mediana\\_empresa\\_en\\_colombia\\_-\\_luis\\_alberto\\_zuleta.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/documento_-_inclusion_financiera_de_la_pequena_y_mediana_empresa_en_colombia_-_luis_alberto_zuleta.pdf)
- [9] C. Sepúlveda, W. Reina. (2016). “Sostenibilidad de los emprendimientos. Un análisis de los factores determinantes”, *Revista Venezolana de Gerencia*, Vol. 21, (73). [En línea]. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29045347003/html/index.html>
- [10] B. Hamidian, G. Ospino. (2015). ¿Por qué los sistemas de información son esenciales?, *Anuario*. [En línea]. Vol. 38; pp. 161-183. Disponible en <http://servicio.bc.uc.edu.ve/derecho/revista/idc38/art07.pdf>
- [11] H. Mena, E. Martínez, “Análisis del sector. Adquisición de bienes y servicios”, Agencia Nacional de Tierras, Colombia, ADQBS-F-008, Oct. 2018. Disponible en <https://www.agenciadetierras.gov.co/wp-content/uploads/2019/11/Analisis-del-Sector-Almacenamiento-y-Backup.pdf>
- [12] Periódico El País, “Industria de software gana más terreno en el Valle del Cauca”, 29 Marzo 2015. [En línea]. Disponible en <https://www.elpais.com.co/economia/industria-de-software-gana-mas-terreno-en-el-valle-del-cauca.html>. [Último acceso: 10 Febrero 2020].
- [13] Google Maps. (2020). Ubicación de Empresas Pymes de Software en el Valle del Cauca [En línea]. Disponible en <https://www.google.com/maps/search/Empresas+Pymes+de+Software+en+el+Valle+del+Cauca/@3.4107579,-76.5612453,13z/data=!3m1!4b1>



- [14] H. Cervantes, “Requerimientos y Arquitectura”, en *Software Guru*. [En línea]. Disponible en <https://sg.com.mx/revista/28/requerimientos-y-arquitectura>
- [15] P. Letelier, E. Sánchez, “Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software”, Grupo ISSI (Ingeniería del Software y Sistemas de Información), Alicante – España, Nov. 2003. [En línea]. Disponible en <http://issi.dsic.upv.es/archives/f-1069167248521/actas.pdf>
- [16] R. Pressman. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque practico*. [En línea]. Disponible en <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- [17] J. Cendejas, Implementación del modelo integral colaborativo (MDSIC) como fuente de innovación para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona centro - occidente en México, tesis Ph. D., Departamento de Ingeniería, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México DF, 2014.
- [18] A. Vicente, J. Marsicano, *Generación de Escenarios de Calidad a partir de Requerimientos Textuales*, tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina, 2017. [En línea]. Disponible en <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1734/Tesis-Marsicano-Vicente.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [19] I. Chasqui, M. Soto, *Impacto de la innovación en la industria manufacturera de América Latina, Colombia y Valle del Cauca*, tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Universidad ICESI, Cali, 2016. [En línea]. Disponible en [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/81148/1/TG01582.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/81148/1/TG01582.pdf)
- [20] L. Medina, W. López. (2015). Escoger una metodología para desarrollar software, difícil decisión, *Revista Educación en Ingeniería*. [En línea]. Vol. 10, (20), pp. 98-109. Disponible en <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/579> [Último acceso: 25 Mayo 2020].
- [21] Club de Lideres Internacional. (2018). ¡Líderes que Inspiran! – Dra. Paola Restrepo Ospina, Directora Ejecutiva Fedesoft. [En línea]. Disponible en <https://clubdelideres.co/2018/05/25/entrevista-dra-paola-restrepo-ospina-lideres-que-inspiran/>
- [22] M. Arias. (2005). “La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software”, *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*. [En línea]. Vol. 6, (10), pp. 1-13. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/666/66612870011.pdf>
- [23] M. Rajadell, *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*, Ediciones Díaz de Santos, 2010.
- [24] Lean Manufacturing 10, *Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo*, 2021. Disponible en <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>
- [25] F. P. Fernández, *Value stream mapping aplicado a empresas de servicios: un caso de aplicación a un hospital*, tesis de maestría, Departamento de Ingeniería de Sistemas – Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México, 2021. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6523/tesis.pdf?sequence=1>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta Gerente



**Objetivo:** evaluar la cadena de valor de la empresa Expert Project S.A.S (recolección de datos).

**Cuestionario #1**

(Aplicado al representante legal o dueño)  
(Favor elegir un solo número de calificación)

Pregunta	Calificación				
	1	2	3	4	5
<b>1. Administración</b>					
<b>1.1 Estructura Organizacional</b>					
1. ¿Cuenta con organigrama general de la empresa?					X
2. ¿Cuenta con descripción de cargos por escrito?					X
3. ¿Están las responsabilidades claramente otorgadas?					X
<b>1.2 Planeación Estratégica</b>					
1. ¿La empresa ha definido su misión?					X
2. ¿Está por escrito?					X
3. ¿Es conocida por todo el personal?					X
4. ¿Tiene objetivos y metas generales?					X
<b>1.3 Toma de Decisiones</b>					
1. ¿Tiene algún método para la toma de decisiones?					X
2. ¿Los canales de comunicaciones facilitan la toma de decisiones?					X
<b>1.4 Políticas y Procedimientos</b>					
1. ¿Están establecidas las políticas?					X
2. ¿Están establecidos los procedimientos?					X
3. ¿Actualiza los procedimientos de los procesos?					X
4. ¿Existen métodos para evaluar el desempeño de las áreas?					X
<b>2. Mercadeo</b>					
<b>2.1 Comportamiento de las ventas</b>					
1. ¿Establece objetivos de ventas?					X
2. ¿Ha incrementado las ventas en el último año?					X
3. ¿Conoce las causas de las variaciones en ventas?					X
<b>2.2 Clientes</b>					
1. ¿Cuál es su cliente?					X
2. ¿Conoce sus hábitos de compra?					X
3. ¿Sabe porque prefiere su producto?					X
4. ¿Cuenta la empresa con registros de clientes?					X
<b>2.3 Competencia</b>					
1. ¿Sabe quién es su competencia?					X
2. ¿Es el producto superior en precio?					X
3. ¿Es el producto superior en calidad?					X
4. ¿Compite el producto a nivel local, regional y nacional?					X
<b>2.4 Estrategia de Mercadeo</b>					
1. ¿Cuenta la empresa con estrategia de venta?					X
2. ¿Conoce su participación en el mercado?					X
<b>3. Finanzas</b>					
<b>3.1 Contabilidad</b>					
1. ¿Prepara estados de resultados?					X
2. ¿Utiliza estados financieros para tomar decisiones?					X
3. ¿Conoce el costo del producto?					X
<b>3.2 Rentabilidad</b>					
1. ¿Genera utilidad bruta?					X
2. ¿Genera utilidad de operación?					X
<b>4. Producción</b>					
<b>4.1 Costos de Producción</b>					
1. ¿Conoce los costos directos e indirectos de producción?					X
2. ¿Cuenta con un sistema de costos?					X
3. ¿Está integrado el proceso de producción?					X
4. ¿Registra los tiempos y movimientos de producción?					X
<b>4.2 Calidad</b>					
1. ¿Es el producto confiable y funcional?					X
2. ¿Cuenta con especificaciones de calidad para el producto?					X
3. ¿Utiliza información estadística para mejorar la calidad?					X





4. ¿La empresa registra las fallas que ocurren en el proceso?					X
5. ¿Las devoluciones y quejas están en límites razonables?					X

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Entrevista Desarrollador de Software

<p><b>1.Cuál es el paso a paso para desarrollar un software</b></p> <p>Roll recibir los requerimientos del usuario, a los requerimientos del usuario se le hace un análisis previo. El análisis consiste ejemplo el cliente tiene un software de venta entonces el cliente quiere que el programa o la página tenga un inicio de sesión para los usuarios agregue un producto de en nutra tiempo ,comprar especifica sus datos modo de pago .Steven divide eso en pasos que se llaman requerimientos del sistema entonces hay dos tipos de requerimientos uno que es el funcional y de diseño ,en un logueo hay un requerimiento que se llama login la parte funcional seria el usuario debe ingresar el nombre la contraseña y cuando le dé clic el sistema debe loguear al usuario. En el requerimiento de diseño seria la parte de usabilidad, la pantalla de login mínimo de 10 caracteres, que el color sea de tal color, la contraseña no acepte solo número y letras este es la del análisis hacer cronograma para saber cuánto se demora en cada una de estas etapas. El diseño consiste se realiza diagramas en metodología antiguas, diagrama de lo que va hacer cada usuario que va hacer un cliente va a comprar, un administrador configurar el sistema como unos roles que va a manejar el sistema lo que cada cliente debería de hacer su funcionalidad del proceso. En que herramientas vamos a desarrollar el sistema que es lo que necesitamos desarrollar en el sistema de compras ejemplo ,luego viene el desarrollo consiste en fabricar el software paso a paso según el requerimiento primordial si es una metodología scrum (metodología rápida),algunos clientes a la hora de entregar el software quieren que hagan cambios y es un impacto grande ya que el software estaba casi terminado ,los requerimientos cada quince días se deben realizar para que no genere impacto en los cambios ,al desarrollar el sistema y entregar las entregas periódicamente. En el desarrollo de software es la parte de codificación. Y después se entrega el software haciendo unas pruebas.</p>
<p><b>2. Para hacer el desarrollo ya hay algo establecido que sigan el paso de las cosas o cada quien lo maneja a su gusto?</b></p> <p>Se hace según los requerimientos no están estandarizados porque varían los softwares que necesite el cliente el paso a paso son los requerimientos, ayudan a la determinación del desarrollo, para no desviarse del propósito y no tener impacto a lo último a la hora de la entrega.</p>
<p><b>3. cuáles son las dificultades que se te presentan en el momento del desarrollo del software y tú que tienes para solucionarlas</b></p> <p>Hay muchas, primera cuando el cliente pide un software en una plataforma específica y no tiene el conocimiento de utilizar en esa herramienta, se le dificulta mucho no saber el programa ya que se tiene que apoyar en más compañero o jefes para poder realizarlos e investigar sobre ese tipo de plataforma, dificultad en el conocimiento.</p>
<p><b>4. Cuáles son las falencias que tienes con el cliente en el desarrollo de software a la hora de la entrega?</b></p> <p>Si nos piden cambios, porque no nos especifica el cliente desde el principio y la funcionalidad de lo que quiere, pero es de parte y parte porque hay veces nosotros en la entrevista no anotamos todas las especificaciones, siempre tenemos que estar con la retroalimentación con el cliente para que no se presente ese problema. Ejemplo un cliente pide muchos cambios absurdos y hay entramos a retroalimentar y aclararle cómo está funcionando el software y queden a gusto ambas partes</p>
<p><b>5. cuantos reproceso se presentan en la elaboración del software y cuales incurren en el momento del software</b></p> <p>Depende del software de cómo se haya abarcado desde el principio porque si desde el principio empezamos mal sin analizar o haber diseñado bien hay demasiados reprocesos, si analizamos bien y correcta mínimo 1 reproceso, yo recuerdo muy bien cuando trabajé en una empresa no abarcaron bien el análisis como te digo y el diseño y hubo demasiados reprocesos en la parte de prueba de calidad, errores en el sistema toca desarrollar de nuevo</p>
<p><b>6. en que han mejorado ustedes como empresa para evitar el retroceso</b></p> <p>Yo como desarrollador antes de escribir código realizo un análisis, desarrollo un diagrama realizo las tablas de base de datos para que no se presente estos problemas, la empresa para mejorar esto siempre han hecho la misma metodología está organizada la cual no tiene problemas en este tema porque varias retroalimentaciones</p>
<p><b>7. Capacidad mensual para desarrollar, cuantos contratos tú puedes llegar a manejar</b></p> <p>Hay momentos donde he estado con tres proyectos es lo máximo</p>
<p><b>8. Como haces para estimar el tiempo del proyecto?</b></p> <p>Eso lo hace don Manuel no me encargo yo solo cumplo con lo que me dice el jefe yo sé cuál es la meta y yo reparto mi tiempo, con el paso del tiempo se cuánto me puedo tardar en hacer algunos pasos, pero de eso se encarga mi jefe. En lo personal tengo medido mi tiempo se cuánto me puedo demorar.</p>
<p><b>9. Como hacen para reducir el tiempo del desarrollo?</b></p> <p>Esa respuesta toca con el jefe directamente pero siempre en el desarrollo lo que crucial es el análisis es el diseño del software con eso el código es más fácil, yo me encargo de analizar diseñar y después el código.</p>

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Entrevista de Club de Lideres Internacional a la Dra. Paola Restrepo Ospina, Directora Ejecutiva Fedesoft

<p><b>CDL:</b> ¿Cuáles son los componentes que considera usted que mantienen a la empresa en continuo crecimiento?</p> <p><b>PRO:</b> Una de las cosas buenas de la Federación es que ha ido creciendo no solamente en personas, afiliados y actividades, también en credibilidad; este aspecto es clave para que las empresas logren crecer de manera continua. Por otro lado, la apropiación de habilidades como el empoderamiento, la calidad, el compromiso, el orden, el trabajo en equipo, el delegar tareas, el actuar de manera transparente ayuda a las empresas a ser grandes y a llegar lejos. En Fedesoft no hay una fuerza comercial, ningún agente sale a vender los productos de la federación o a dar a conocer los beneficios de ser miembros de la misma, las empresas llegan de manera autónoma y se vinculan por medio de la página web, esto sucede precisamente por que como Federación hemos concentrado los esfuerzos en hacer bien nuestro trabajo y en consolidarnos como referente de excelencia y eso nos permite ganar credibilidad en todos los sectores de la</p>
--



sociedad (gobierno, empresas, gremios, asociaciones, entre otros grupos). Si la empresa se interesa realmente por el desarrollo de la industria seguramente logrará crecer de manera exitosa.

Otro de los componentes relevantes es poder trabajar de la mano con el gobierno acorde a las leyes y la normatividad definida, las normas deben ir ligadas al fortalecimiento de la industria y estas son herramientas que apoyan en gran medida el crecimiento de organizaciones y de los sectores.

**CDL:** ¿Qué habilidades debe desarrollar la mujer dentro del ámbito empresarial para alcanzar propósitos y metas previamente definidas?

**PRO:** Dentro del sector de tecnología que represento existen habilidades blandas importantísimas que se deben desarrollar para desenvolverse en aspectos relacionados con desarrollo de software, gerencia, etc. Entre ellas destacan el trabajo en equipo, la habilidad de ser multitareas, el liderazgo, ser autónomo y consecuente, ser comprometido, entre otras. Lastimosamente algunas de las mujeres pensamos que no podemos llegar a ocupar altos cargos y más si estos tienen que ver con tecnología; esto no debe ser así, no se debe pensar que la tecnología se relaciona solo con aspectos de matemática o arreglo de computadores, la tecnología es mucho más que eso, el futuro está en las tecnologías de la información y la mujer deberá ocupar un lugar muy importante en este sector. Este es un campo bastante interesante que vale la pena explorar, no solamente desarrollar software, sino integrar lo relacionado desde toda óptica, e involucrarlo en las actividades cotidianas de la vida. La perseverancia es clave, si no se lucha por lo que se quiere de manera firme, probablemente será muy difícil conseguirlo o a lo mejor jamás se conseguirá.

Un reto importante a nivel personal que costó demasiado y ahora he logrado es delegar tareas, esto fue difícil y es uno de los puntos que un líder dentro del ámbito empresarial debe saber hacer, una persona no puede hacer todo al mismo tiempo, el saber delegar y el saber re direccionar acciones es importante y permite que exista empoderamiento en el equipo.

**CDL:** ¿Cuál es el rol del empresario digital hoy por hoy en la sociedad y dentro del ámbito de los negocios?

**PRO:** El rol del empresario digital es hoy por hoy hacer más productivas y competitivas las empresas y las industrias. A través de la tecnología podemos lograr aumentos de competitividad extraordinarios y está comprobado en todo el mundo. Si se quiere que Colombia tenga una transformación digital exitosa se debe fortalecer la industria y como empresario se debe asumir la responsabilidad de transformar el país por medio de acciones consecuentes y racionales. Si todos nos proponemos este cambio digital para Colombia, seguramente lo vamos a lograr.

**CDL:** ¿Qué habilidades considera usted son fundamentales para que un emprendedor sea exitoso dentro del ámbito empresarial?

**PRO:** Le recomiendo a los emprendedores que se basen en casos de éxito de empresas puntuales. El 45% de las empresas de tecnología se han creado en los últimos 5 años, esto quiere decir que la industria está en permanente desarrollo. Lo importante es ser positivos en todo momento ante el éxito o ante el fracaso, ante el triunfo o la quiebra, el emprendedor debe actuar de manera positiva, con ánimo y esperanza. La tecnología ha permitido que emprender no genere pérdidas extraordinarias en caso de quiebra, el emprendimiento digital ha permitido que el emprendedor pueda usar su capacidad para desarrollar proyectos y que, si estos no resultan, se conviertan en experiencias para volver a comenzar.

**“Los nuevos emprendedores vienen a diseñar, a ser creativos, la innovación la tienen a flor de piel y se les ocurren ideas maravillosas, lo que sucede es que hay que saberlos enfocar, hay que darles las herramientas para que ellos sigan adelante con sus emprendimientos y modelos de negocio.” PRO**

El gobierno se ha interesado por ayudar y orientar al emprendedor, por brindarles herramientas físicas, digitales, y de recursos, que les permiten consolidar, estructurar y fortalecer ideas y modelos de negocio, somos privilegiados en tener estas oportunidades porque no todos los países promueven el emprendimiento. En la Federación hay un capítulo de Apps ya consolidadas que pueden dar mentoría y apoyar al desarrollo del sector orientando a aquellos que vienen iniciando.

**“No importa caerse ya que esto hace a las personas más fuertes” PRO**

**CDL:** ¿Cuál es el papel que juega la mujer dentro de Fedesoft?

**PRO:** En Fedesoft el papel de la mujer es clave. Las 18 mujeres que hacen parte de la Federación nos comunicamos con 500 empresarios aproximadamente, nos dedicamos a escuchar las dolencias del empresario y les ayudamos a abordarlas de manera adecuada. Somos personas conciliadoras y de manera profesional atendemos a los afiliados. Todo lo anterior hace que seamos líderes empoderadas de nuestras actividades.

En Fedesoft, existen cuatro áreas estratégicas, cada una liderada por una mujer, mujeres gerentes empoderadas, quienes realizan actividades específicas que permiten el óptimo funcionamiento de la Federación y el adecuado relacionamiento laboral con los empresarios. En cuanto a las empresas afiliadas, hoy ya contamos con 550 compañías de Software y T.I., donde se ven algunas gerentes mujeres liderando empresas importantes.

Existe una brecha de participación de mujeres respecto a hombres dentro del sector de tecnología, ojalá la brecha se reduzca pronto y lideremos la transformación digital de Colombia. Actualmente, existe una brecha en el sector de software y T.I. de 45.000 personas, con respecto a años atrás esta brecha se ha reducido, antes se hablaba de 90.000, sin contar los demás sectores que también requieren personas con conocimientos de tecnología.

El último sondeo de mujeres arrojó una participación dentro del sector de tecnología de 38% frente a un 62% de hombres; lo anterior significa que la mujer se está empoderando y está teniendo mayor participación. Años atrás hablábamos de una participación de 90% de hombres y 10% de mujeres. Con base en estas cifras invito a todas las mujeres, a involucrarse de manera activa con la tecnología. La mujer se puede conectar en diferentes líneas tecnológicas, Big Data, e-Learning, Block-Chain, entre otras tecnologías exponenciales que actualmente están en auge.

**“Si como persona se involucra la tecnología en cualquier proceso de la vida puede hacer la diferencia y marcar un antes y un después dentro de cualquier contexto” PRO**

**CDL:** ¿De qué manera la mujer ha contribuido al desarrollo de la tecnología? ¿Cuál es el aporte de la mujer en el sector tecnológico?

**PRO:** Soy defensora de las mujeres en tecnología, no solo por ser mujer sino porque tenemos las capacidades para involucrarnos en múltiples procesos. La mujer ha hecho que dentro del sector tecnológico se transforme la visión y la dinámica del trabajo en equipo. La mujer ha contribuido y seguirá contribuyendo a la tecnología, un ejemplo es que la primera persona que programó en la historia fue una mujer Ada Lovelace, y esto es reflejo del poder del género, de sus capacidades y de la influencia e importancia que puede tener dentro de cualquier sector. La sensibilidad de la mujer hace que esté en capacidad de lograr que se desarrollen innovadoras prácticas de gestión empresarial y que se diseñen estrategias empresariales con ayuda de sus habilidades innatas, las cuales puestas al servicio de la tecnología han hecho que este sector explore nuevos horizontes y desarrolle modelos prácticos y novedosos.



Antes a las mujeres nos daba miedo gerenciar temas de tecnología, pero ahora se conocen casos de éxito de mujeres que han logrado sobresalir en este gremio. Es importante tomar en cuenta los casos de éxito para motivarse y realizarse a nivel personal y de paso contribuir al desarrollo de los sectores productivos y del entorno.

**CDL:** Tenemos entendido que Fedesoft congrega las empresas de software colombianas y defiende y promueve sus intereses ante el Gobierno. ¿De qué manera lo hace y cómo lo hace? ¿Cuál es el rol que juega la mujer en dicha tarea?

**PRO:** En cuanto a aspectos gremiales, se logra representar de manera adecuada y eficaz los intereses de los miembros del gremio. En Fedesoft diseñamos un plan estratégico hace 3 años con metas ambiciosas como ser el 5% del PIB en el 2025 y para cumplir con esas metas ambiciosas debemos involucrarnos en muchas acciones y proyectos que apunten a aumentar la competitividad de las empresas.

Por otro lado y como lo dije anteriormente, tenemos cuatro Unidades Estratégicas: Empresas Competitivas, que apoya el fortalecimiento integral de las compañías del sector de software, en esta Unidad se trabajan aspectos relacionados con competitividad corporativa, la segunda es la Unidad de Posicionamiento Global que impulsa a las empresas a internacionalizarse y a explorar nuevos mercados en diversos países, la tercera Unidad es Talento T.I. donde resaltamos las acciones en calidad, cantidad y pertinencia de las personas que involucran las empresas y su rol dentro de las mismas, y la última nuestro centro de innovación CENISOFT, que busca apoyar a las empresas en la ejecución de proyectos y ayudarlas a diseñar procesos de innovación.

Adicionalmente, tenemos grupos de trabajo con los empresarios que conforman la Junta Directiva, donde constituimos un Comité Normativo, allí se trabaja y se articulan normas y leyes relacionadas con el sector de software y tecnologías, por otro lado, el Comité de Competencia Justa trabaja las buenas prácticas y las observaciones de nuestros afiliados en materia de compras públicas. Cada año realizamos un levantamiento de necesidades del sector, las transformamos en retos y en actividades para gestión posterior a fin de materializar proyectos que beneficien a la industria y que fortalezcan el entorno normativo para propiciar una plataforma adecuada de negocios.

**CDL:** ¿Existen programas que Fedesoft o sus aliados desarrollen para las generaciones futuras (niñez-adolescencia)?

**PRO:** Dentro de la Unidad de Talento T.I. se impulsan diversos programas con población adolescente a fin de convencer y encaminar a jóvenes a estudiar carreras relacionadas con tecnología y así atacar la brecha existente. Una de las acciones que tenemos es el trabajo en colegios a nivel nacional, un concurso de desarrollo de aplicaciones para los estudiantes que cursen séptimo grado en adelante. Se eligen los ganadores a nivel nacional; actualmente se cuenta con la participación de 72 colegios. Con lo anterior se incentiva y fomenta el conocimiento de las tecnologías y en especial de desarrollo de software y aplicaciones dentro de la población estudiantil.

**CDL:** ¿Cuál es la importancia de empoderar a la mujer dentro del marco del desarrollo de la industria tecnológica y de software?

**PRO:** El empoderamiento de la mujer en temas tecnológicos, es importante porque proporciona igualdad de oportunidades para todos los involucrados. El hecho de impulsar a las mujeres a que desarrollen capacidades para la creación de software y tecnologías relacionadas fortalece la industria T.I., reduciendo la brecha de talento y promoviendo un ecosistema igualitario que con el tiempo dejará de preocuparse por los porcentajes de género incluidos.

Empoderar a la mujer también es importante porque la tecnología y sus procesos no están diseñados para el hombre únicamente, la tecnología como propulsora de innovación es inclusiva y se entiende como una opción de formación profesional y de proyección laboral para toda la población.

**CDL:** ¿Cree usted que la mujer genera entornos sostenibles dentro del campo de la tecnología? Si la respuesta es afirmativa: ¿De qué manera lo hace?

**PRO:** Sí, las mujeres somos creadoras e innovadoras por naturaleza, y nuestro rol en el campo de la tecnología es fundamental al poder potenciar estas cualidades. También somos metódicas, organizadas y con un gran sentido de responsabilidad y continuidad en lo que nos proponemos; esto sin duda hace que se generen entornos sostenibles a través de nuestra gestión.

En el campo de tecnología es importante el trabajo en equipo, el rol de la mujer juega un papel esencial de complemento y de aporte a los conocimientos, por eso la inclusión es necesaria dentro de las compañías, las características innatas que nos identifican como la especial atención al detalle en todos los contextos y el pensamiento crítico, proporcionan herramientas adicionales que facilitan el cumplimiento de objetivos.

Cada vez más las mujeres están alcanzando cargos directivos en empresas de innovación e incluso emprendiendo sus propios negocios de T.I., la mujer por su especial capacidad de adaptabilidad y flexibilidad se perfila como una de las principales aliadas de la tecnología y como agente promotora del cambio.

**CDL:** ¿Cuál es la importancia de invertir en transformación digital? ¿Por qué? ¿De qué manera hacerlo?

**PRO:** La competitividad de los países deriva de la competitividad de las industrias. La única manera de aumentar la competitividad de las industrias y por ende de los países es a través de la tecnología. Se es más productivo si se involucran en los procesos las tecnologías; en el caso de gobierno, por ejemplo, partiendo de la iniciativa de trámites en línea, se simplifican procesos tales como sacar un documento de identidad logrando virtualizar este tipo de trámites; y ahí ya se está hablando de competitividad. Sumando todas las acciones que se pueden hacer con la tecnología empresarialmente hablando, se construye la competitividad de los territorios; por esta razón es importante que Colombia se transforme digitalmente y de un paso adelante abordando asuntos y generando iniciativas entre las que están las relacionadas con normatividad, dichas iniciativas se transformen en acciones concretas de transformación digital y acciones que también permitan el fortalecimiento del sector.

Para una Colombia Digital se debe involucrar a las empresas, educándolas y enseñándoles la importancia de la transformación digital y la importancia de involucrar la tecnología dentro de los procesos empresariales, involucrar a los ciudadanos para que asuman compromiso frente a la tecnología y la involucren en su día a día, y se debe apoyar las iniciativas impulsadas por el gobierno. El reto del próximo gobierno es lograr la transformación digital del país con una normatividad adecuada y un sector de tecnologías de la información fortalecida y preparada para este gran avance, aprovechando las externalidades que la industria ofrece para el país.

**“Amo la tecnología y estoy muy involucrada con ella en todo sentido “PRO**

**CDL:** ¿Cuál sería la frase que como líder inspiradora nos podría compartir el día de hoy?

**PRO:** “Si quiero ser competitivo tengo que involucrar la tecnología en mi vida”

**“Para ser un buen líder primero hay que ser una buena persona”**

Fuente: Club de Líderes Internacional (2018).



Anexo 4. Datos de Simulación

En la entrevista al desarrollador externo se realizó una pregunta en la cual se indagaba sobre mas o menos cuantos softwares pueden realizarse en un año en una Pyme del sector R//30

En expert project no se tiene en claro el dato del porcentaje de devoluciones, es decir de clientes que buscaron nuevamente a la empresa post entrega del software, ya sea por una falencia o un cambio en algún requerimiento.  
Pero cuando se propuso un 20% el desarrollador afirmo que más o menos por ahí podría estar la cifra, es decir el menciona uno o dos softwares de cada 10, o sea un 10% o 20%, en este caso usaremos el mayor, trabajaremos con un 20% en devoluciones.  
Por lo general el tiempo para cambios es el mismo para cualquier tipo o tamaño de Software.  
1 a 2 semanas, trabajaremos con 2 semanas.



Anexo 5. Manual de Metodología

MANUAL DE METODOLOGÍA PROPUESTA PARA ELIMINAR O MINIMIZAR REPROCESOS Y TIEMPOS PERDIDOS EN UNA MI PYME DEL SECTOR SOFTWARE EN EL VALLE DEL CAUCA	
<p><b>1.</b> Se debe crear un equipo scrum “La metodología Scrum se utiliza dentro de equipos que manejan proyectos complejos. ... Esto permite al cliente, junto con su equipo comercial, insertar el producto en el mercado pronto, rápido y empezar a obtener ventas</p> <p><b>2.</b> El método Scamper se basa en que para generar algo original no tiene por qué ser algo nuevo, sino que se puede desarrollar creatividad a partir de cambios o combinaciones de ideas ya existentes. Basado en un cuestionario.</p>	
<p><b>Sustituir:</b> ¿Qué se puede sustituir? ¿Se puede cambiar el proceso o persona? ¿Se puede cambiar el procedimiento?</p>	<p><b>Combinar:</b> ¿Se puede combinar etapas del proceso? ¿Qué pasaría si se combinan productos?</p>
<p><b>Adaptar:</b> ¿Se puede adaptar un producto para otra función?</p>	<p><b>Modificar:</b> ¿Qué se podría modificar para optimizar el proceso?</p>
<p><b>Poner en otros usos:</b> ¿Qué otros usos se le puede dar al proyecto? ¿Se puede solucionar otro problema?</p>	<p><b>Eliminar o minimizar:</b> ¿Se puede eliminar pasos del proceso? ¿Se puede optimizar actividades del proceso suprimiendo o minimizando etapas? ¿Hay actividades innecesarias dentro del proceso?</p>
<p><b>Reordenar o invertir:</b> ¿Se puede modificar la secuencia del procedimiento? ¿Se puede cobrar antes de vender?</p>	
<p>Las dos metodologías pueden aplicarse dependiendo la necesidad de la mi pyme, con el objetivo de mejorar el proceso de generación de software. El formato generado debe estar orientado al paso del proceso de requerimientos y se debe aplicar de la siguiente manera.</p>	
<p>1. Entrevista Comercial: ideal que se realice entre el representante legal de la mi pyme y el representante legal de la empresa cliente, en la relación del negocio.</p> <p>1.1. Representante legal mi pyme atender y explicar el tema contractual en la parte legal.</p> <p>1.2. Representante empresa cliente explicar las necesidades para su negocio.</p>	
<p>2. Reunión del equipo de trabajo integrado por el representante de la mi pyme, la empresa cliente, el desarrollador y el usuario del producto final.</p> <p>2.1. Usuario del software debe dar explicación clara de las necesidades y alcance para obtener un software a la medida.</p> <p>2.2. Se debe pactar claramente el alcance del producto solicitado.</p> <p>2.3. Análisis de requerimientos funcionales a cargo del desarrollador del software.</p> <p>2.4. Generación del requerimiento de login o usuario o ingreso a la plataforma.</p>	
<p>3. El equipo en general debe plasmar en el formato el total de los requerimientos y aprobarlos para dar inicio al proceso de generación.</p>	
<p>4. Una vez aprobado los requerimientos se debe dar inicio al proceso de generación del software solicitado por el cliente.</p>	

Formato de Análisis de Requerimientos			
Empresa: Expert Project SAS.		Fecha: mayo 16 2020.	
Cliente	Empresa Software	Desarrollador	Usuario
Debe indicar las funcionalidades del software y las necesidades	Debe proveer garantía, es decir es necesario que este el dueño presente.	Debe dar opciones para cumplir los requerimientos del cliente, es importante su presencia en esta etapa.	Es quien va a realmente usar el software, es quién debe entender cómo se realizará el proceso de desarrollo.
Requerimientos			



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

*Facultad de Ingeniería y Ciencias*  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
*Proyecto de Diseño I*

<b>Estándar:</b> Son requerimientos que son muy usuales y usados.	<b>Nuevos:</b> son requerimientos que no se han presentado en ningún caso anterior.	<b>Propuestos:</b> son requerimientos propuestos por el cliente con afinidad al manejo del software.	<b>Similares:</b> son requerimientos parecidos y usados anteriormente que se proponen para reducir el tiempo de entrega.
<b>Observaciones:</b> se indican observaciones generales y también poco comunes que deben ser tenidas en cuenta por la empresa Pyme de software.			
<b>Restricciones:</b> en este apartado se llena con las solicitudes explícitas frente a tiempos y calidad requeridas.			