

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 6



**Título: Modelo de Aseguramiento de Calidad durante el desarrollo de
proyectos bajo una iniciativa SOA**

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor: Veylys Capote Serrano

**Tutor: Msc. Maypher Román Durán
Ing. Diana Monné Roque**

**Ciudad de la Habana, Cuba
Junio, 2010**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de ____ del año ____.

Diana Monné Roque

Firma del Tutor

Maypher Román Durán

Firma del Tutor

Veylys Capote Serrano

Firma del Autor

DATOS DE CONTACTO

Tutor:

Msc. Maypher Román Durán

Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba.

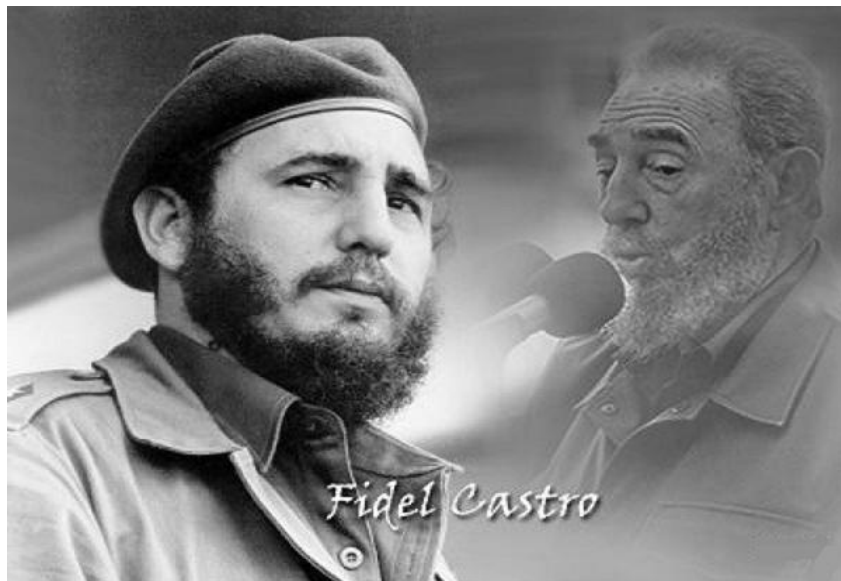
Email: maypher@uci.cu

Tutor:

Ing. Diana Monné Roque

Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba.

Email: dmonne@uci.cu



"Quien quiere hacer inventa medios, quien no, justificaciones".

Fidel Castro Ruz.

Existen, en el mundo, personas desconocidas para muchos, pero importantes para la vida de otros; a esas personas importantes en mi vida le doy las gracias por todo lo que significan para mí, ellas son:

Mi mamita linda, por todo lo que ha hecho durante estos 23 años, por su amor, por creer y confiar siempre en mí, por darme fuerzas cuando más las he necesitado, por sus consejos, por ser tan especial.

Mi papi, por su buen humor, su cariño incondicional, por depositar esa confianza inviolable en mí, por ser tan bueno y luchar incansablemente por sus hijos.

Mi tía Keķa (como le digo cariñosamente), por su dedicación y preocupación diaria, por ser una madre más, por saber que siempre estarás ahí en las buenas y en las malas.

Mi papá, aunque distante, sé que siempre me tiene muy presente, gracias por darme la oportunidad de conocer este mundo y formar parte de él.

Yoval, por su existencia, su apoyo, su dedicación, aun en la distancia; por su ayuda incondicional; por enseñarme que ante las dificultades de la vida se crece, que se es grande, aun cuando lo que se diga sea insignificante; por formar parte de mi vida y demostrar, a mi lado, que la distancia y el tiempo son insignificantes cuando prevalece un amor puro y una creencia cierta.

Mis hermanos, por permitir que me mirase siempre en sus espejos, por compartir su tiempo conmigo, por ser lo mejor de mi vida.

Mis amistades, por estar siempre conmigo, por compartir buenos y malos momentos; en especial a: Lisnay, aunque distante, es mi hermana, mi fuerza y mi reflejo.

Yela, más que amiga, hermana, gracias por estar siempre, por tener un hombro fuerte y dejarme recostar en él, por escucharme en todo momento y tener una respuesta siempre, por tu ayuda incondicional, por tu apoyo, por tener a tu lado un hombre ejemplar y permitir que hoy le pueda agradecer todo lo que ustedes han hecho por mí.

Alfredo, gracias por tu ayuda en los momentos que más la he necesitado, por estar dispuesto a apoyarme en todo, el hecho de hacerme ingeniera te lo debo a ti; gracias por tu amistad.

Mi familia, la de Yoval, la de Yelaine y mis vecinos, por estar pendientes de mí, por su preocupación, su ayuda y su cariño.

María E. y Vicente, por su preocupación, por sus palabras para animarme y seguir adelante, por estar pendientes de mí y ayudarme siempre.

Mis educadores hasta hoy. De la primaria a Saribel, por creer en mí con apenas 5 años.

De la secundaria a mis profes de Matemática: Urbicia (que ya no está, pero sé que se siente orgullosa de mí) y Leonel, por compartir sus conocimientos y hacerme digna de representarlos; a Pablo, mi profe de Educación Física, por estar pendiente de mí y preocuparse siempre; y a Nancy, mi profe de Historia, por ser su elección y tenerme presente ante cualquier decisión.

Del IPVCE a Diamara, por ofrecerme su ayuda y apoyarme incondicionalmente.

De la universidad a Amaury, por estar ahí cuando más lo he necesitado y darme siempre el frente en todo momento; Jorge Luis, por comportarse como padre y aconsejarme en momentos difíciles; Yanelis, por creer en mí y darme la oportunidad de demostrar que en la vida cualquiera se cae pero no cualquiera se sabe levantar bien; Lázaro, por su ayuda, sin él no hubiese sido la autora de este trabajo; Delvis, por

estar en la mayor disposición de ayudarme en cualquier momento.

Mis padres UCI: Graciela y Ernesto, por acogerme con tanto cariño y cuidar de mí, por dejarme entrar en sus vidas y ser un miembro más de su familia.

Mis tutores: por darme la oportunidad de trabajar junto a ustedes, por guiarme y orientarme, por toda su ayuda y apoyo, sin ustedes no hubiese salido adelante este trabajo.

La Revolución: por abrirme las puertas y dejar un camino para transitar por él hasta el final.

Fidel: por hacer esta Revolución de la que soy hija, por facilitarme estudiar y ser lo que he conseguido con sacrificio y esfuerzo.

Mis creencias, por depositar toda mi Fe y esperanza a la supervivencia.

A todos los que de una forma u otra han formado y forman parte de vida.

A todas estas grandes e importantes piezas del rompecabezas que conforman mi vida y han construido mi ser,

¡Muchas Gracias!

*Dedico este trabajo a todas las personas que siempre creyeron en mí,
en especial a:*

*Mis padres, por su abnegación y total entrega a forjar en nosotros,
sus hijos, dignas personas; por lograr, con su ejemplo,
convertirnos en lo que hoy somos. . .*

*A ustedes dedico este trabajo con todo el amor del mundo,
¡LOS QUIERO!*

RESUMEN

En la actualidad el desarrollo de software implica una gama de actividades en las que la perfección es la característica más compleja de alcanzar. La producción de software ha de ir acompañada por un modelo que garantice la calidad del mismo. El Centro de Consultoría y Desarrollo de Arquitecturas Empresariales (CDAE) en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se insertó al estilo de la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA); por lo que es necesario asegurar que las aplicaciones, servicios y actividades que se ejecuten en esta entidad sean íntegros, seguros y eficientes. La universidad no cuenta con un Modelo de Aseguramiento de la Calidad para ese tipo de arquitectura. En el presente trabajo se realizó un estudio actualizado de la arquitectura SOA y del proceso de aseguramiento de la calidad. Se propuso un modelo, no sólo para guiar todo el proceso de desarrollo del CDAE, sino con el propósito de ser usado en cualquier proyecto bajo una iniciativa SOA. Este modelo tiene como finalidad la propuesta de las actividades, roles, técnicas, herramientas y artefactos a usar durante el ciclo de vida una metodología SOA. La propuesta se validó a través del método Delphi y de forma parcial, en el proyecto: Centro de Inmunología Molecular (CIM). El modelo resultó ser apropiado; el 100% de los expertos consideran que puede ser efectivo para asegurar la calidad si se aplica y más del 95% de sus elementos fueron catalogados como Bastante adecuado y Muy adecuado para proyectos que implemente una metodología SOA.

PALABRAS CLAVE

Arquitectura Orientada a Servicios, calidad, modelo, aseguramiento, proceso, desarrollo

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.1. Introducción	4
1.2. Calidad	4
1.3. Calidad del Software.....	6
1.4. Gestión de la Calidad	7
1.4.1. Principios de la Gestión de la Calidad	8
1.4.2. Niveles de la Gestión de la Calidad	10
1.5. Listas de Chequeo.....	14
1.6. Métricas.....	16
1.6.1. Clasificación de las métricas	17
1.6.2. Proceso de evaluación de la calidad	17
1.6.3. Características generales de las métricas	19
1.7. Pruebas de Calidad	19
1.7.1. Tipos de Pruebas.....	20
1.8. Calidad de Servicio (QoS)	22
1.9. Arquitectura Orientada a Servicios.....	23
1.9.1. Modelo de Madurez SOA	23
1.10. Gestión de Procesos de Negocio (BPM).....	25
1.11. Herramientas	25
1.12. Conclusiones del capítulo	29
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	30
2.1. Introducción	30
2.2. Proceso de Desarrollo SOA	30
2.2.1. Capas y disciplinas del proceso de desarrollo	31
2.3. Descripción del Modelo	35
2.4. Propuesta del Flujo de Actividades para el Modelo de Aseguramiento de la Calidad.....	36
2.5. Propuesta de los roles	43
2.6. Propuesta de las pruebas a aplicar durante la ejecución de la metodología SOA	44
2.7. Herramientas Propuestas.....	45
2.7.1. Listas de Chequeo	45
2.7.2. Métricas.....	45
2.7.3. Herramientas para automatizar las pruebas.....	47
2.7.4. Herramientas para gestionar los registros de calidad.....	48
2.8. Propuesta de los registros de calidad	49
2.9. Conclusiones del Capítulo	50

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	51
3.1. Introducción	51
3.2. Método Delphi.....	51
3.2.1 Selección de Expertos.....	52
3.2.2. Elaboración del cuestionario de validación de la propuesta	54
3.2.3. Desarrollo práctico y explotación de resultados.....	55
3.2.4. Resultados obtenidos de la encuesta para la selección de los expertos	58
3.2.5. Resultados obtenidos de la encuesta para la validación del modelo	59
3.3. Resultados obtenidos de la validación parcial del modelo en el CIM.....	62
3.4. Conclusiones del capítulo	63
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67

INTRODUCCIÓN

Las herramientas de trabajo se crean y se perfeccionan con el fin de mejorar y perfeccionar las condiciones de vida. “Al conjunto de condiciones, que contribuyen a hacer agradable y valiosa la vida, se le define calidad “[1]. A lo largo de la historia, la calidad ha ido evolucionando y con ella, han incrementado los diversos criterios en la definición del término. El avance de las tecnologías en el mundo ha sido, en los últimos años, una causa fundamental en el desarrollo de la economía de muchos países. Actualmente, la producción de software se convierte en una actividad cada vez más demandada, mientras que, asegurar la calidad de cualquier producto o servicio pasa a ser la primera necesidad, es importante cumplir con las expectativas de los clientes y garantizar que se sientan a gusto.

Cuba a pesar de ser un país subdesarrollado y bloqueado, ha centrado gran parte de sus fuerzas económicas, en la producción de software, esto está vinculado a los avances tecnológicos de la información y las comunicaciones. Asegurar una buena calidad en cualquier área de trabajo, es uno de los retos más difíciles de enfrentar; por lo que, si no se controla la calidad, no se puede conocer si se va incrementando gradualmente la madurez en el proceso. Garantizar que un producto pueda ser liberado, depende, en gran medida, de alcanzar una alta calidad en cualquier área o grupo de trabajo.

En la UCI, la producción de software de alta calidad, tiene una gran repercusión en el incremento de la exportación e importación; con el objetivo de ofrecer servicios que puedan ser consultados por otras instituciones, se crea en la universidad el CDAE. El Centro cuenta con un personal calificado, aunque sienta sus bases en forjar un grupo altamente certificado en toda la tecnología informática que pueda ser gestionada o consultada. Además, está constituido por diferentes grupos de trabajo, que son los responsables de desarrollar las diferentes disciplinas dentro de la Metodología propuesta por el Centro. A la importancia que requiere asegurar la calidad de las actividades a desarrollar y los artefactos a generar en cada una de las disciplinas de esa Metodología, va orientada la investigación.

Entre los principales problemas que pueden incidir en que las actividades que se realicen y los artefactos que se generen durante las disciplinas de la Metodología propuesta por el CDAE no tengan la calidad requerida se encuentran:

- La falta de la gestión de calidad.
- La inexistencia de un mecanismo actual, enfocado a la evaluación del trabajo realizado.
- La inexistencia de un proceso que permita controlar la calidad.
- Proceso de desarrollo (metodología) nuevo y no validado en un proyecto real.

Una vez descrita toda la **situación polémica**, surge la incógnita: ¿Cómo garantizar la calidad requerida durante el desarrollo de una solución orientada a servicios siguiendo el proceso de desarrollo propuesto por el CDAE?, **problema** que guía la realización del trabajo de diploma. Se define como **objeto de estudio**: El proceso de Aseguramiento de la Calidad del Software; tomando, específicamente, como **campo de acción**: El proceso de Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo de soluciones orientadas a servicios.

En el contexto investigativo, con el propósito de dar solución al problema propuesto, se determina como **objetivo general**: Proponer un Modelo de Aseguramiento de la Calidad durante el desarrollo de soluciones orientadas a servicios en el CDAE. Contando con los **objetivos específicos** siguientes:

1. Desarrollar el Marco Teórico de la Investigación.
2. Definir un Modelo de Aseguramiento de Calidad durante el desarrollo de proyectos bajo una iniciativa SOA.
3. Validar el Modelo propuesto mediante la aplicación del método Delphi.

Para guiar el proceso investigativo se incluyeron las **tareas** siguientes:

1. Estudio del estado del arte actual de las técnicas, métodos y herramientas de aseguramiento de la calidad en la industria del software y en la arquitectura SOA.
2. Estudio del estado del arte actual de las técnicas, métodos y herramientas durante el desarrollo de una iniciativa SOA.
3. Definición del flujo de trabajo de las actividades propuestas en el Modelo de Aseguramiento de la Calidad.
4. Definición de los roles que aplicarán el Modelo de Aseguramiento de la Calidad propuesto.
5. Definición de las técnicas y herramientas a utilizar durante la aplicación del Modelo de Aseguramiento de la Calidad.
6. Definición de artefactos a utilizar durante la aplicación del Modelo de Aseguramiento de la Calidad.
7. Validación del Modelo propuesto.

El trabajo de diploma está **estructurado en tres capítulos**, recogiendo en ellos todo lo referente al proceso investigativo que se realizó:

Capítulo 1: Fundamentación teórica. Definición del marco teórico de la investigación realizada. Se realiza el estudio minucioso de la teoría basada en: la situación actual de la Arquitectura Orientada a Servicios, el aseguramiento de la calidad, técnicas, métodos y herramientas que se usan durante un Proceso de Aseguramiento de la Calidad.

Capítulo 2: Propuesta del Modelo de Aseguramiento de la Calidad. Se realiza la propuesta del Modelo de Aseguramiento de la Calidad que se aplicará durante la ejecución de la Metodología propuesta por el Centro.

Capítulo 3: Validación de la propuesta. Se aplica el método Delphi para validar la propuesta del Proceso de Aseguramiento de la Calidad a poner en práctica durante la ejecución de la Metodología propuesta por el Centro.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Introducción

La calidad del software es el eslabón fundamental en la liberación de un producto y la aceptación del cliente. Para asegurar la calidad de un software es necesaria una minuciosa revisión a la documentación para probar la confiabilidad, reusabilidad, facilidad de mantenimiento y cumplimiento con las necesidades del cliente. En este capítulo se realiza el estudio del estado del arte actual de las técnicas, métodos y herramientas de aseguramiento de la calidad en la industria del software. Se abordan los conceptos y temas fundamentales que sustentan la investigación. Además, se hace un estudio refinado y actualizado de la Arquitectura SOA. Se define toda una gama de términos relacionados al Proceso de Aseguramiento de la Calidad y a la Arquitectura SOA para el sustento y desarrollo del trabajo.

1.2. Calidad

La totalidad de los clientes buscan la mejor calidad, sin embargo, lo que puede ser "excelente" para algunos, puede no serlo para otros. Cuando un cliente alcanza un producto y/o servicio, lo hace, en mayor medida, para la satisfacción de sus necesidades, esperando que funcione como lo esperado. La mayoría de las veces el nivel de calidad se mide teniendo en cuenta las preferencias del cliente. Cuando eso sucede, la probabilidad de que la calidad de un producto sea excelente, es bastante alta, pues lograr que el consumidor no lo reemplace por otro, es lo que se espera. La calidad siempre le da nivel y tranquilidad al cliente, finalmente es él quien califica el producto. Un producto y/o servicio es bueno o malo dependiendo, en gran medida, del grado de aceptación o rechazo por parte de los clientes.

La calidad es la base de las nuevas proyecciones dentro de las organizaciones, puede considerarse plenamente incorporada al trabajo empresarial; y debe ser considerada como una característica inseparable a los productos y/o servicios de cada organización. Ésta, es el resultado de un esfuerzo constante, se trabaja de forma eficaz con la expectativa de poder satisfacer la aspiración del consumidor.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La calidad es primordial en las actividades de cada centro, sin embargo, se observa cierta confusión en empresas y entidades de todo tipo a la hora de emplear conceptos relacionados al tema. El significado de esta palabra puede adquirir múltiples interpretaciones, ya que todo dependerá del nivel de satisfacción o conformidad del cliente. No se puede hablar de un entorno que necesita asegurar la calidad de un flujo de actividades a desarrollar, sin conocer algunos de los variados criterios relacionados al término: calidad. Cuando se habla de calidad es imposible referirse a un término exacto, a una definición común. El Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) muestra más de nueve conceptos o usos del término; la definición de calidad se relaciona íntimamente con la apreciación de la persona que utiliza la palabra y el contexto en que esta se desenvuelve. Según los especialistas la calidad se define de diferentes maneras, en general, algunos de los criterios de los más renombrados en el tema de la calidad son los de Garvin, presenta cinco enfoques [2] [3]:

- “Trascendente: Algo que se conoce cuando se ve (excelencia innata)”.
- “Basada en usuario: Satisfacción de las necesidades del usuario (adecuación al propósito)”.
- “Basada en fabricante: Conformidad con las especificaciones (conformidad con requisitos)”.
- “Basada en producto: Cantidad de cierto atributo poseído por el producto (económica)”.
- “Basada en valor: Mayor valor para el dinero (precio asequible)”.

Son muchos los conceptos que definen el término, por ejemplo:

- “La clásica adecuación al uso” [4].
- “Conformidad con requisitos y confiabilidad en el funcionamiento” [2].
- “La específica conformidad” [4].
- “Pérdida económica que un producto supone para la sociedad desde el momento de su expedición” [2].
- “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” [2].
- “Un buen producto no es el que cumple con una determinada especificación, sino el que es bien recibido por el cliente” [2].

- “Totalidad de las características y aspectos de un producto o servicio en los que se basa su aptitud para satisfacer una necesidad dada” [2].

Gillies, es otro de los especialistas que conceptualiza la calidad como [2]:

- “No es absoluto”.
- “Está sujeto a restricciones”.
- “Trata de compromisos aceptables”.
- “Es multidimensional”.
- “Los criterios de calidad no son independientes”.

La calidad está en constante evolución, se analiza desde el contexto que se utilice, de ahí la variedad de criterios con respecto a su concepto. Una de esas definiciones es: “totalidad de las características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas” [5].

1.3. Calidad del Software

La **calidad del software** es una de las mayores preocupaciones de cualquier productor, al aseguramiento de esa actividad, se empeñan muchos esfuerzos; sin embargo, eso no implica que el software sea perfecto, pues casi nunca lo es. No existe un proyecto que no tenga entre sus objetivos, producir software de la mejor calidad posible, que cumpla y supere las expectativas de los clientes (si puede ser posible); lograr el cumplimiento de ese objetivo, es la tarea más compleja dentro de un equipo de desarrollo. La industria del software ha tenido que madurar rápidamente, tal como lo exigen los avances tecnológicos y su alta participación al interior de las empresas, compartiendo el interés por la calidad y la competitividad, sin dejar a un lado el arduo trabajo de crecerse ante la productividad y hacerse mejor cada día. En la industria del software se pueden evidenciar necesidades de satisfacción del cliente de productos y/o servicios de software, de reducción de recursos invertidos en proyectos de software y de la efectiva asignación de recursos humanos.

“La calidad del software está dada por la calidad de los procesos usados para desarrollarlo y mantenerlo” [6]. Si hablamos de la calidad del software, no se puede dejar de mencionar que también es variable en cuanto a su definición; no cuenta con un concepto estándar, pues cada institución o investigador la define desde su perspectiva, por ello, la causa de no existir una definición específica. A pesar de todo lo antes mencionado, existen algunas definiciones estandarizadas que no deben quedar fuera del proceso del desarrollo del software, por ejemplo:

- “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario” [5].
- “Concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo, explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” [7].
- “Concordancia del software producido con los requerimientos funcionales de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” [5].

Boehm plantea que para que haya calidad, debe tener las siguientes características: “Fiabilidad, portabilidad, eficiencia, ingeniería humana, facilidad de prueba y facilidad de mantenimiento” [8].

Las definiciones descritas anteriormente concuerdan en que: la calidad es la capacidad del software para satisfacer las necesidades de los usuarios. Una vez que se define, darse cuenta de que es un proceso muy importante y significativo en cualquier empresa o entidad, es simple; lo complejo es lograr su objetivo fundamental: alcanzar la calidad del producto (resultados satisfactorios). Lograr el buen funcionamiento depende de la comprensión de las necesidades reales de los clientes.

1.4. Gestión de la Calidad

El perfeccionamiento de los procesos productivos conlleva a tomar una estrategia de mejoramiento continuo en el desarrollo del potencial de la empresa. La calidad inicia con la gente y mezcla una serie de

características, tales como: valores, políticas y responsabilidades. Es necesario permanecer inmerso en un proceso de continua mejoría, que permita el perfeccionamiento personal e implique a cada grupo y persona a poner parte de sí mismos para alcanzar las metas establecidas. La buena conducción y gestión de la información enseñan el camino a seguir en las organizaciones, teniendo en cuenta de que cada vez los clientes son más exigentes en cuanto a la eficacia de los servicios de las empresas. La gestión de la calidad se puede definir como:

- “Es el conjunto de actividades de la función empresarial que determina la política de calidad, los objetivos y las responsabilidades; y las implementa por medio de tales como: la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad en el marco del sistema de calidad” [4].
- “Aspecto de la función general de la gestión que determina y aplica la política de calidad” [5].

1.4.1. Principios de la Gestión de la Calidad

Los principios de la gestión de calidad son presentados en la ISO 9004:2000, estos definen una estructura que permite mejorar el rendimiento en las organizaciones, van encaminados a mejorar la marcha y funcionamiento de una organización mediante la mejora de sus relaciones internas. Toda mejora, repercute en un beneficio de la cualidad final del producto y de la satisfacción del consumidor. Los principios se crean con el objetivo de mejorar el desempeño en las organizaciones, teniendo en cuenta las mejores prácticas y la experiencia de numerosas compañías e instituciones internacionales, ellos son:

1. **“Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes” [9].
2. **“Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización” [9].

3. “**Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de su organización” [9].
4. “**Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso” [9].
5. “**Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos” [9].
6. “**Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de una organización debería ser un objetivo permanente en esta” [9].
7. “**Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información” [9].
8. “**Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor” [9].

Los principios de la gestión de calidad evolucionaron rápidamente, en ellos se identificaron cuatro niveles principales o fases de la gestión de la calidad como se muestra en la figura 1.1:

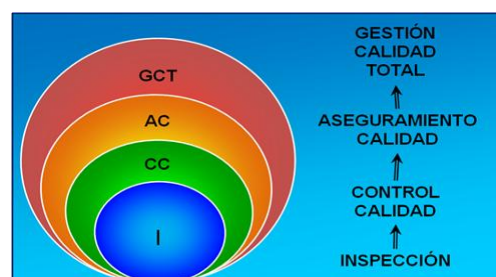


Fig. 1.1 Niveles de la Gestión de la Calidad (basada en [10])

La inspección y el control de la calidad favorecen la vigilancia de los procesos con el fin de eliminar las causas de insatisfacción en la calidad y elevar la eficiencia económica de la empresa, en cambio el aseguramiento de la calidad y la gestión de la calidad total se enfocan a la dirección.

1.4.2. Niveles de la Gestión de la Calidad

No se puede mencionar, en realidad, de instantes claramente establecidos en los que la Gestión de la Calidad varía de forma brusca y radical al pasar de una etapa a la sucesiva; más bien, se trata de ideas y conceptos que se han agregado a los ya existentes, pero que reflejan las tendencias seguidas por casi todas las empresas en continuos períodos, con diferencias lógicas en cuanto al tiempo y la intensidad, según el país.

Inspección

La inspección fue considerada como la única manera de asegurar la calidad. Elementalmente consiste en comprobar uno por uno, que todos los productos y/o servicios cumplen los requisitos especificados por los clientes. En las empresas de servicios, esta suele aplicarse solamente en los puntos primordiales del proceso de ejecución de cada servicio. Esta actividad debe ser asignada a revisores específicamente dedicados a esa tarea. Los componentes, materiales, productos o documentos que no se ajustan a las especificaciones son retirados del proceso o recuperados mediante trabajos de reparación o re-fabricación.

Inspección: “actividades consistentes en medir, examinar, comprobar o medir una o más características de un producto o servicio para comparar éstas con las especificaciones requeridas y determinar el grado de conformidad” [10].

En ocasiones la inspección se emplea para la evaluación y calificación de los productos. Se efectúa una vez que el defecto o error ha sido generado y no tiene contenido preventivo, salvo, posiblemente, en lo que concierne a la identificación de los trabajadores que hacen los productos y/o servicios defectuosos. Esta se aplica por empresa, de puertas para adentro, sin requerir la implicación de clientes. La inspección detecta los elementos que no se corresponden con los patrones o modelos que impiden alcanzar los objetivos planificados, a partir de este proceso, se realizan las correcciones necesarias para asegurarse

justo de la conformidad con el producto y/o servicio. Las actividades de inspección han sido progresivamente reemplazadas o complementadas por prácticas de control y aseguramiento de la calidad cada vez más sofisticadas.

Control de la Calidad

El enfoque, control de la calidad, se traza como **objetivo** obtener la mayor cantidad de información sobre la calidad de los productos partiendo de la menor cantidad posible de datos de inspección, además de establecer el método de presentación de los datos de forma que se facilite la detección de anomalías. El control de calidad es rígido, mecánico, no es preventivo y se limita a las funciones productivas, no implicando al resto de la organización.

Control de calidad: “abarca las actividades técnicas y operacionales empleadas para cumplir con los requerimientos establecidos de calidad” [10].

Control de la calidad del software: “técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requisitos relativos a la calidad, centrados en mantener bajo control el proceso de desarrollo y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida” [11].

El control de la calidad del software se centra en mantener el control de los procesos y eliminar las consecuencias de los defectos en las distintas fases del ciclo de vida. Se puede decir que el control de la calidad del software es un conjunto de actividades que se realizan con el fin de evaluar la calidad de los productos y/o servicios desarrollados.

Aseguramiento de la Calidad

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Cuando se habla de asegurar la calidad, hay que tener presente un conjunto de actividades para garantizar los resultados que se esperan después que un producto y/o servicio pasa por dicha fase. Las **actividades** necesarias para llevar a cabo el proceso de aseguramiento de la calidad son:

- Mediciones de software para el control del proyecto.
- Verificación y validación del software a lo largo del ciclo de vida (Incluye las pruebas y los procesos de revisión e inspección).
- La gestión de la configuración del software.
- Aplicación de metodologías técnicas.
- Realización de revisiones técnicas formales.
- Ajuste a los estándares.
- Control de cambios.
- Registro y realización de informes.

Una vez que tienes bien definidas las actividades necesarias para el proceso de aseguramiento de la calidad es importante conocer algunos métodos que te faciliten las actividades a realizar, por ejemplo:

- Revisiones técnicas y de gestión (su objetivo es la evaluación).
- Inspección (su objetivo es la verificación). ¿Se está construyendo el producto correcto?
- Pruebas (su objetivo es la validación). ¿Se está construyendo el producto correctamente?
- Auditorías (su objetivo es la confirmación del cumplimiento).

Aseguramiento de la calidad: “incluye el conjunto de planes y acciones sistemáticas necesarias que proporcionan una garantía de que los productos y servicios cumplirán con los requerimientos establecidos de calidad” [10].

Aseguramiento de la calidad de software: “conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto (software) satisfará los requisitos dados de calidad” [11].

Todo el personal que esté presente en la actividad de aseguramiento de la calidad, debe mirar el producto y/o servicio desde el punto de vista del cliente. Además, es importante realizar el conjunto de acciones planificadas de forma sistemática, las cuales son necesarias para proveer la confianza de que el producto y/o servicio cumplirá los requisitos establecidos sobre la calidad. El aseguramiento de calidad es un sistema que se basa en los productos y/o servicios, desde su diseño, durante su confección y hasta la liberación, centrando sus fuerzas en los procesos y actividades que intervienen en la obtención de los resultados conforme a las especificaciones dadas inicialmente.

Calidad Total

La calidad total abarca de forma global, todas las actividades de una empresa o institución; es la transformación más evolucionada que ha sufrido el término calidad durante el transcurso del tiempo. Esta fase de la gestión de la calidad, incluye las anteriores a ella, existiendo algunas diferencias que favorecen esta última fase, las más importantes son:

- La orientación al cliente.
- El liderazgo de la dirección.
- Formas de dirección, diseño de la organización y políticas de recursos humanos.
- Enfoque global de dirección.
- La mejora continua.

La Calidad Total o Gestión de Calidad Total abarca todas las actividades y elaboraciones de una organización. Se trata de un proceso de mejora continua sin un fin estable, solo con etapas constantes de mejoras; pretende conseguir la satisfacción del cliente, garantizando la calidad total del producto y/o servicio deseado. Para abastecer un producto y/o servicio se basan en cuatro puntos básicos, pero esenciales: conservar como objetivo principal la mejora de los productos y/o servicios; proceder de tal forma que la calidad no dependa de las inspecciones; formar seguidamente al personal y exterminar las

barreras entre los servicios. No es menos cierto que una empresa o institución que libere productos y/o servicios, que además, trabaje con una calidad total, lleva ventajas en comparación a otras que sólo posean las tres primeras fases de la gestión de la calidad, algunas de esas ventajas son:

- La reducción de costes, fallos y correcciones; así como la disminución de los recursos.
- La mejora y el avance de los servicios.
- La tendencia constante a la mejora.
- El incremento del conocimiento del personal relacionado y el aumento de la satisfacción del cliente.
- Una mayor calidad y mejora de la competencia del producto y/o servicio.
- La integración del personal de trabajo.

Calidad Total: “filosofía de gestión que abarca todas las actividades de una organización, proyectada a maximizar el potencial creador de todos los empleados de forma continua para lograr mejores resultados y satisfacer las necesidades de sus usuarios y clientes” [10].

Después de conocer conceptualmente calidad total, se puede llegar a la siguiente conclusión: con respecto al término, *gestión*: se refiere al compromiso total de la dirección de la empresa o institución, de la *calidad*: va dirigida al comprometimiento exacto de los requisitos de los clientes y *total*: se refiere al compromiso de todo miembro de la organización, incluyendo a los clientes y los proveedores, cuando sea necesario.

1.5. Listas de Chequeo

Existen numerosos modelos metodológicos para la realización de las inspecciones o chequeos de software. Todos con el fin de detectar los defectos que presenta el software. Las inspecciones o chequeos, siempre deben ser bien planificados, no se puede olvidar de ningún detalle y siempre debe tener presente los siguientes **objetivos**:

- Encontrar tempranamente los defectos.
- Prevenir el mal funcionamiento de los procesos o planes establecidos.
- Proporcionar mejoras en la fiabilidad, disponibilidad, y la facilidad de mantenimiento del software.
- Descubrir continuamente la información técnica, asociada con las funciones, formularios y actividades internas que aseguran el producto.
- Continuar el mejoramiento del proceso de desarrollo.
- Establecer una igualdad de conocimiento dentro de los desarrolladores para la buena práctica de los estándares y técnicas de desarrollo.

Los **objetivos** que se persiguen, al aplicar las listas de comprobación, son con el fin de garantizar la mejora del proceso de inspección y del proceso en general de software. Es importante resaltar que el método más utilizado en cualquier modelo de inspección es el basado en las listas de inspección o chequeo. Las listas de chequeo son un tipo de herramienta que utiliza preguntas orientadas a identificar defectos por grupos de trabajo; además se pueden utilizar con el fin de detectar las posibles mejoras a tiempo. La información con la que realice las preguntas a evaluar en las listas, deben ser para uso interno de la empresa, con el fin de garantizar un mejor producto y/o servicio. Existen listas de chequeos diseñadas para garantizar el correcto funcionamiento de diferentes actividades que se realizarán con el objetivo de lograr un producto y/o servicio con la calidad requerida, alguna de esas listas son:

- Lista de chequeo de programación – Formas.
- Lista de chequeo de estándares de presentación – Formas.
- Lista de chequeo de estándares de programación-Código.
- Lista de chequeo de estándares de funciones y procedimientos.
- Lista de chequeo de estándares de tablas.
- Lista de chequeo de estándares de presentación y funcionalidad de la aplicación para reportes.
- Lista de chequeo de estándares de presentación y funcionalidad de la aplicación para formas.
- Lista de chequeo de aseguramiento de calidad.
- Listas de chequeo de sitios web.

Si alguna de las listas diseñadas no satisface sus expectativas y decide que la mejor forma de evaluar los resultados es creando sus propias listas de chequeo, no se puede olvidar de que están conformada por varios atributos de calidad, cada uno de ellos presenta una serie de preguntas cerradas. Cada respuesta de las posibles preguntas, debe ir complementada con un **SI**, un **NO** o un **No Procede (NP)**, estableciendo una conformidad al contestar afirmativamente y un defecto al contestar negativamente.

1.6. Métricas

En la gran variedad de retos, las métricas son un paso de ayuda hacia el entendimiento, tanto del proceso técnico que se emplea para el desarrollo de un producto, como el del propio producto. El producto y/o servicio se mide con el fin de intentar aumentar su calidad. En el software la métrica es una medida de alguna de las propiedades de un componente del software o de sus especificaciones. Es muy importante la evaluación del software, los métodos cuantitativos han demostrado ser muy útiles para la evaluación en otras ciencias. Para saber en qué medida se ha trabajado correctamente y conocer la evaluación de la calidad, debería centrarse más en las medidas del producto que en las medidas del proceso. Antes de conocer qué es una métrica, es necesario tener bien claro los términos: medida y medición, por ejemplo:

Medida: “es la que proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, cantidad, dimensiones, capacidad o tamaño de algunos atributos de un proceso o producto” [14].

Medición: “es el acto de determinar una medida” [14].

Una vez que se conocen esos conceptos y se tienen bien definidos, se podrá entender con mayor facilidad la definición de una **métrica:** “es una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado” [15].

Si ya se percibe que no es lo mismo una medida, una medición y una métrica, ¿cómo se define **métricas de software?**, se define como: “la aplicación continua de mediciones basadas en técnicas para el proceso de desarrollo del software y sus productos, para suministrar información relevante a tiempo, así el

administrador junto con el empleo de estas técnicas mejorará el proceso y sus productos” [15].

Métricas de calidad: “proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir cómo voy a medir para que mi sistema se adapte a los requisitos que me pide el cliente” [16].

1.6.1. Clasificación de las métricas

Para medir el software se pueden usar 2 tipos de métricas:

1. Métricas basadas en atributos internos: estructura del programa, complejidad, cobertura de pruebas y calidad del diseño.
2. Métricas basadas en atributos externos: portabilidad, defectos, usabilidad, mantenibilidad, fiabilidad.

Respecto a la localización de la métrica podemos diferenciar 3 categorías:

1. Métricas de producto: características del producto (medida, complejidad, rendimiento, nivel de calidad).
2. Métricas de proceso: utilizadas para mejorar el desarrollo del software y su mantenimiento (tiempo de respuesta para arreglar un error, utilización de plantillas para plasmar el error detectado...).
3. Métricas de proyecto: Características del proyecto y su ejecución (número de desarrolladores, coste, productividad...).

1.6.2. Proceso de evaluación de la calidad

Para medir la calidad hay que tener en cuenta una serie de criterios que son de suma importancia en el proceso de evaluación de la calidad. En función de normas, estándares o modelos, existen diferentes

escalas para la medición, en este epígrafe quedarán reflejadas algunas de las que son usadas en la medición, teniendo en cuenta la facilidad de uso y de entendimiento.

Escala para medir en función de la norma ISO 9001-2000 (a)

Entre los usos de esta escala en la medición está, fundamentalmente, el análisis en gráficos, para representar el estado y cumplimiento de los productos y/o servicios en función de la Norma ISO 9001-2000. Es beneficioso usar este tipo de escala cuando usas la representación gráfica para hacer visible los resultados obtenidos. Los elementos que componen la escala se evalúan siguiendo los criterios, donde:

0-1 = no se cumple el requisito

1,1-2,0 = se cumple el requisito, pero no formalizado, es parcial y reactivo

2,1-3,0 = tiene un sistema para cumplir el requisito, es formal y se mide su desempeño

3,1-4,0 = se cumple 3 + existe un sistema de mejora continua. Con dicho puntaje se puede optar a la certificación internacional ISO

4,1-5,0 = se cumple 4 + Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) certificado

Escala para medir en función de la norma ISO 9001-2000 (b)

Esta escala también se basa en la Norma ISO 9001, con la diferencia de se aplica en función del factor de calidad. Es muy difícil, y en algunos casos, imposible, aplicar medidas directas de los factores de calidad del software, cómo se explica esto, es que cada factor de calidad (**F_c**), se puede obtener como combinación de una o varias métricas: **F_c = c₁ * m₁ + c₂ * m₂ +... + c_n * m_n** donde: **c_i**: es el factor de ponderación de la métrica i, que dependerá de cada aplicación específica y **m_i**: es la métrica i. Generalmente la puntuación que se aplicará en las métricas y los factores de ponderación es de **0** a **10**, dependiendo siempre del grado de cumplimiento de cada uno.

Cálculo de la Valoración para Listas de Chequeo

Al contestar una pregunta con un **SI**, un **NO** o un **NP**, no se determina con exactitud cuan correcto trabajó; para ello, es necesario que cada una de las preguntas y objetivos que se tengan dentro de la lista de comprobación posean un peso entre **0** y **10** de acuerdo a la importancia de la actividad que responde dicha pregunta, ese valor será asignado por el máximo responsable del equipo de calidad. Hay que tener en cuenta que al establecer una respuesta **NO** se pierde automáticamente el peso de la pregunta. El cálculo de la valoración de una lista es el resultado del cociente de la sumatoria del producto de los pesos de los objetivos, por la sumatoria de los pesos de las preguntas con respuesta afirmativa (**SI**), entre la sumatoria del producto de los pesos de los objetivos por la sumatoria de todos los pesos de cada pregunta. Para un mayor entendimiento, se da la valoración expresada en por ciento, como se muestra a continuación:

$$V_{Total} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(P_{obj}^i \left(\sum_{j=1}^m P_{preg}^{(si)^{i,j}} \right) \right)}{\sum_{i=1}^n \left(P_{obj}^i \left(\sum_{j=1}^k P_{preg}^{i,j} \right) \right)} * 100$$

V_{Total} Valoración total de la lista de comprobación
 P_{obj} Peso del objetivo
 P_{preg} Peso de la pregunta

Fig. 1.2 Fórmula del cálculo de la Valoración de la Lista de Chequeo

1.6.3. Características generales de las métricas

En el contexto del mundo actual una métrica de software debe ser objetiva, simple, calculable, consistente en el empleo de unidades y tamaños; y persuasiva. Además, debe ser independiente del lenguaje de programación y proporcionar una realimentación eficaz para el desarrollador de software, todo ello, para que sea útil. Todas las métricas, según ISO 9126, se caracterizan por varios elementos que se reflejan a continuación: nombre de la métrica, objetivo de su uso, método con el cual se usa, fórmula y elementos de cálculo, interpretación de la métrica, escala, tipo de métrica, fuente de los datos de entrada y beneficiarios de la métrica.

1.7. Pruebas de Calidad

El desarrollo de software está identificado por características inconstantes como: su duración, tecnología, planificación, entre otras; lo común en ellos es que lo desarrollan personas que pueden cometer errores y cambiar de ideas. Se hace necesario probar y volver a probar, tantas veces se requiera, para encontrar las posibles fallas y asegurarse de que el software producido cumple con las expectativas de los clientes.

Prueba: “Actividad en la cual un sistema o componente es ejecutado bajo condiciones específicas, se observan o almacenan los resultados y se realiza una evaluación de algún aspecto del sistema o componente” [17].

1.7.1. Tipos de Pruebas

Pruebas de Unidad: su objetivo es verificar la funcionalidad y estructura de cada componente de forma individual, una vez que ha sido codificado. Es el proceso que se emplea a la hora de probar los subprogramas, las subrutinas, los procedimientos individuales o las clases en un programa. En otras frases, se recomienda probar primero los bloques más pequeños del programa desarrollado, que probar el software en su totalidad, inicialmente. Estas pruebas son orientadas, en su mayoría, a caja blanca.

Pruebas de Integración: el objetivo de estas pruebas es verificar el ensamblaje correcto entre los diferentes componentes una vez que han sido probados unitariamente, con el fin de comprobar que interactúan correctamente a través de sus interfaces, tanto internas como externas; cubren la funcionalidad establecida y se ajustan a los requisitos no funcionales especificados en las verificaciones correspondientes. Este tipo de pruebas es especialmente relevante en aplicaciones distribuidas.

Pruebas Funcionales: el objetivo de estas pruebas es tratar de encontrar discrepancias entre el programa y la especificación funcional (descripción exacta del comportamiento del programa desde el punto de vista del usuario final). La prueba funcional normalmente es una actividad de caja negra. Para realizar una prueba funcional, la especificación se analiza para derivar un sistema de casos de prueba utilizando las diferentes técnicas de caja negra. Se confía en el proceso de pruebas unitarias para alcanzar los criterios deseados de cobertura de caja blanca.

Pruebas de Sistema: el objetivo de estas pruebas es buscar discrepancias entre el programa y sus requerimientos, enfocándose en los errores hechos durante la transición del proceso al diseñar la especificación funcional; lo que hace a las pruebas de sistema un proceso vital en la estrategia de pruebas, ya que en términos del producto, número de errores y severidad de esos errores, es un paso en el ciclo de desarrollo habitualmente propenso a la mayoría de los errores. Estas pruebas permiten probar el sistema en su conjunto y con otros sistemas con los que se relaciona para verificar que las especificaciones funcionales y técnicas se cumplen. El software ya validado se integra con el resto del sistema donde algunos tipos de pruebas fundamentales a considerar, entre otros, son:

Instalación: se determinan las operaciones de arranque y actualización del software.

Rendimiento: determinan los tiempos de respuesta, el espacio que ocupa el módulo en disco o en memoria, el flujo de datos que genera a través de un canal de comunicaciones, etc.

Resistencia: determinan hasta donde puede soportar el programa determinadas condiciones extremas.

Robustez: determinan la capacidad del programa para soportar entradas incorrectas.

Seguridad: se determinan los niveles de permiso de usuarios, las operaciones de acceso al sistema y acceso a datos.

Usabilidad: se determina la calidad de la experiencia de un usuario en la forma en la que este interactúa con el sistema, se considera la facilidad de uso y el grado de satisfacción del usuario.

Pruebas de Aceptación: el objetivo de estas pruebas es validar que el sistema cumpla con el funcionamiento esperado, además de permitir al usuario de dicho sistema que determine su aceptación, desde el punto de vista de su funcionalidad y rendimiento. Estas pruebas son definidas por el usuario del sistema y preparadas por el equipo de desarrollo, aunque la ejecución y aprobación final corresponden al usuario.

Pruebas de Implantación: el objetivo de estas pruebas es comprobar el correcto funcionamiento del sistema, integrando el hardware y software en el entorno de operación; y permitir al usuario, desde el

punto de vista de operación, que realice la aceptación del sistema una vez instalado en su entorno real y en base al cumplimiento de los requisitos no funcionales especificados.

Pruebas de Regresión: el objetivo de estas pruebas es comprobar que los cambios sobre un componente de un sistema de información no introducen un comportamiento no deseado o errores adicionales en otros componentes no modificados.

1.8. Calidad de Servicio (QoS)

“La QoS garantiza que se transmitirá cierta cantidad de datos en un tiempo dado y es la capacidad de dar un buen servicio” [18].

La Calidad de Servicio determina la facilidad de uso y la utilidad del servicio, además permite:

- Comprender y mejorar los procesos operativos.
- Identificar los problemas de forma rápida y sistemática.
- Establecer medidas de la ejecución válida y confiable del servicio.
- Medir la satisfacción del cliente y los resultados de rendimiento.

Algunas de las características del Servicio de Calidad:

- Debe cumplir sus objetivos.
- Debe servir para lo que se diseñó.
- Debe ser adecuado para el uso.
- Debe solucionar las necesidades.
- Debe Proporcionar resultados.

Mediante la QoS se pueden referenciar las propiedades no funcionales de los servicios Web, tales como: rendimiento, fiabilidad, disponibilidad y seguridad; las mismas establecen los requerimientos de calidad precisos para conseguir la funcionalidad que se espera del mismo. La Calidad de Servicio es un factor

importante para determinar el éxito que pueda alcanzar un proveedor de servicio sobre otros. Engloba todo un conjunto de técnicas que ajusta las necesidades de quién requiere el servicio con quién lo provee, fundamentándose en los recursos de red disponibles.

1.9. Arquitectura Orientada a Servicios

La Arquitectura Orientada a Servicios constituye el medio indicado para el fin apropiado, y no el fin en sí mismo. El medio indica la reutilización mediante aplicaciones débiles desacopladas y edificadas basadas en genuinos estándares. El fin representa el alto rendimiento: superiores procesos de negocio, mayor rapidez en el despliegue de productos y mejor usabilidad. SOA brinda oportunidades reales de alcanzar la agilidad y eficiencia, además de asentar a las Tecnologías de la Información (TI) en un nuevo nivel, haciendo de ellas legítimas habilitadoras del negocio; de ahí, el extraordinario interés que despierta en la actualidad. La forma más tradicional de implementarla es mediante servicios web, una tecnología basada en estándares e independiente de la plataforma, con la cual SOA logra descomponer aplicaciones íntegras en varios servicios e implementar dicha funcionalidad de forma modular.

Arquitectura: “Estructura lógica y física de los componentes de un computador” [1].

Arquitectura de Servicio: “una colección de Servicios, clasificados en Tipos, organizados en Capas y gobernados por patrones y políticas” [19].

Arquitectura Orientada a Servicios: “es un marco de trabajo conceptual que permite a las organizaciones unir los objetivos de negocio con la infraestructura de TI integrando los datos y la lógica de negocio de sus sistemas separados” [20].

1.9.1. Modelo de Madurez SOA

“Un Modelo de Madurez permite medir el estado actual de una arquitectura empresarial respecto a la utilización de SOA. Además permite establecer una ruta de evolución” [21]. “EL Modelo de Madurez SOA

(figura 1.2) está integrado por 5 niveles directamente relacionados con los niveles CMM teniendo como objetivo principal medir la calidad del desarrollo del software” [22].



Fig. 1.3 Niveles de Madurez SOA (basado en [22])

Nivel 1: Servicios SOA iniciales

Propósito: Introducir funcionalidad y nueva tecnología.

Alcance: Proyectos piloto, investigación y experimentación, proyectos pequeños.

Organizacional: Desarrolladores aprenden a construir servicios

Nivel 2: Servicios SOA arquitecturados

Propósito: Reducción de costos y control de TI.

Alcance: Múltiples aplicaciones integradas dentro de la organización.

Organizacional: Grupo de arquitectos provee el liderazgo.

Nivel 3(a): Servicios de negocio SOA

Propósito: Agilidad del negocio.

Alcance: Procesos de negocio a través de empresas o unidades de negocio distintas.

Organizacional: Asociación de TI con el negocio, ciclo de vida de SOA toma el control.

Nivel 3(b): Servicios de colaboración SOA

Propósito: Colaboración con asociados de negocio y mercado en general.

Alcance: Abarca múltiples organizaciones internas o internas y externas.

Organizacional: Asociaciones entre organizaciones.

Nivel 4: Servicios SOA de métricas del negocio

Propósito: Encontrar medidas de desempeño del negocio.

Alcance: Unidades de negocio y/o a través de la empresa.

Organizacional: Evaluación y respuesta en procesos de negocio en ejecución.

Nivel 5: Servicios de Negocio Optimizados SOA.

Propósito: Optimización del negocio, reaccionar y responder automáticamente.

Alcance: Unidades de negocio y/o a través de la empresa.

Organizacional: Cultura de mejora continua en las organizaciones.

1.10. Gestión de Procesos de Negocio (BPM)

Para desarrollar las tareas que requieren el funcionamiento de una compañía y las relaciones con el medio en donde se desarrolla, toda organización debe poseer un conjunto de procesos.

Gestión de procesos de negocio: “metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, que se deben modelar, automatizar, integrar, monitorizar y optimizar de forma continua” [23].

BPM se enfoca en la administración de los procesos del negocio. Puede lograrse un mayor entendimiento del negocio y a su vez mejorarlo, a través del modelado de las actividades y procesos. Automatizar procesos trae aparejado la disminución de los errores; lo que asegura que se porten siempre de igual forma, además permite la visualización del estado de los mismos. Administrar procesos asegura que la ejecución de estos sea eficiente. A través de la información que se obtiene de la ejecución diaria de los procesos, se pueden identificar posibles fallas en los mismos, por lo que permite, además, actuar sobre esas fallas para optimizar dichos procesos.

1.11. Herramientas

Para aplicar pruebas en cualquier producto y/o servicio se hace necesario valerse de algunas herramientas, con el fin de hacer menos engorrosa la actividad y proporcionar el aseguramiento de la calidad del producto y/o servicio que se pruebe.

JUnit

- Framework de pruebas unitarias creado por Erich Gamma y Kent Beck.
- Es una herramienta de código abierto y existe abundante documentación y ejemplos en la web.
- Se ha convertido en el estándar de hecho para las pruebas unitarias en Java.
- Soportado por la mayoría de los Entornos de Desarrollo Integrados (IDEs).
- Es una implementación de la arquitectura xUnit para los frameworks de pruebas unitarias.
- Posee una comunidad mucho mayor que el resto de los frameworks de pruebas en Java.
- Soporta múltiples tipos de aserciones.
- Posibilidad de crear informes en Lenguaje de Marcado Hipertextual (HTML).

TestNG

- Está inspirado en JUnit y NUnit.
- Está diseñado para cubrir todo tipo de pruebas, no solo las unitarias, sino también las funcionales, las de integración y otras.
- Utiliza las anotaciones de Java 1.5 y soporta el paso de parámetros a los métodos de pruebas.
- Permite la distribución de pruebas en máquinas esclavas.
- Soportado por gran variedad de plugins (Eclipse, NetBeans)
- Las clases de pruebas no necesitan implementar ninguna interfaz ni extender ninguna otra clase.

JTiger

- Framework de pruebas unitarias para Java (1.5) y de código abierto.
- Capacidad para exportar informes en HTML, Lenguaje de Marcas Extensibles (XML) o texto plano.
- Es posible ejecutar casos de prueba de Junit mediante un plugin.
- Los metadatos de los casos de prueba son especificados como anotaciones del lenguaje Java.

- Incluye una tarea de Ant para automatizar pruebas, su documentación es completa en JavaDoc.
- El Framework incluye pruebas unitarias sobre sí mismo.

CPPUnit

- Framework de pruebas unitarias para el lenguaje C++.
- Es una herramienta libre, con salida en XML y basado en el diseño de xUnit.
- Es posible integrarlo con múltiples entornos de desarrollo como Eclipse.

NUnit

- Framework de pruebas unitarias para la plataforma .NET.
- Es una herramienta de código abierto, basado en xUnit.
- Dispone de diversas expansiones como NUnit.Forms o NUnit.ASP.

Simple Test

- Pruebas de unidad en PHP y pruebas web.
- Cuenta con un navegador web interno, lo que permite que las pruebas naveguen los sitios web e ingresen datos en formularios y páginas de prueba.

PHPUnit

- Framework para realizar pruebas unitarias en PHP, basado en el framework "JUnit" para java.
- Permite crear y ejecutar tests unitarios de manera simple.
- Forma parte del grupo de frameworks de xUnit y se integra con varias aplicaciones de test.

QALoad

- Herramienta de automatización de pruebas de carga para web, Java, .NET, aplicaciones de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) y de Gestión de Relaciones con los Clientes y Ambientes Distribuidos (CRM).

- Se puede, rápidamente, detectar problemas, optimizar el desempeño de los sistemas y ayudar a asegurar un despliegue de aplicaciones exitoso.

LoadRunner

- Para realizar pruebas de carga, y pre ver el comportamiento y rendimiento del sistema.
- Realiza pruebas en toda la infraestructura corporativa, que comprende las soluciones e-business, ERP, CRM y las aplicaciones personalizadas, simulando la actividad de miles de usuarios, con lo que los equipos de desarrollo de aplicaciones y sitios Web pueden mejorar el rendimiento de las aplicaciones.
- Se integra a la perfección con las herramientas de gestión del rendimiento de Mercury Interactive.

Quality Center

- Permite automatizar los procesos de calidad, uniendo todos los componentes con las aplicaciones correctas para acelerar los tiempos de depuración.
- Ayuda a manejar y controlar el riesgo, mientras se desarrolla y prueba la aplicación.
- Proporciona aplicaciones que automatizan todas las actividades claves en los procesos de calidad.

JMeter

- Herramienta Java que permite realizar pruebas de rendimiento y pruebas funcionales sobre aplicaciones web.
- Permite realizar pruebas web clásicas y otros tipos de test; la ejecución de pruebas distribuidas entre distintos ordenadores y activar o desactivar una parte del test, lo que es muy útil cuando se está desarrollando un test largo
- Tiene la forma de generar un caso de prueba a través de una navegación de usuario.
- Se necesita tener una máquina virtual Java 1.3 o superior.

SOAPui

- Herramienta de software libre gráfica, basada en Java.

- Sirve para el testeo de servicios web y generación de clientes de servicios web.
- Trabajando con servicios web y sin interfaz gráfica en la aplicación, permite automatizar fácilmente las pruebas funcionales y así asegurar la calidad de los proyectos.
- Trae impregnado el navegador Internet Explorer de Microsoft, permitiendo la monitorización y el control de las acciones que en él se producen.
- Puede ser integrado con diversas herramientas y frameworks de servicios web.
- Es una aplicación gratuita y open source.
- Aplicación de escritorio para verificar, invocar y desarrollar Web Services sobre HTTP.
- También soporta pruebas funcionales, de carga y de aceptación.

1.12. Conclusiones del capítulo

Existen diferentes soluciones para realizar el aseguramiento de la calidad en un proyecto, cada una de ellas con sus características propias. En el capítulo, se hizo hincapié en las actividades fundamentales para el aseguramiento de la calidad, con el objetivo de guiar al lector en el campo que se enmarca la investigación. Mediante el estudio realizado, se reflejan algunos aspectos que serán muy útiles para la propuesta del Modelo de Aseguramiento de la Calidad. Las herramientas que se describen son muy sencillas y fáciles de usar, pero que pueden ser de gran utilidad en algunas actividades de aseguramiento de la calidad para la Metodología SOA, las mismas son muy usadas a nivel mundial.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**CAPÍTULO 2: PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD****2.1. Introducción**

En el capítulo se define; el Modelo de Aseguramiento de la Calidad durante el desarrollo de soluciones para el CDAE. Además, antes de hacer la propuesta, se hace una breve descripción del funcionamiento de la metodología SOA. Como parte de la propuesta se determinan los roles del personal de calidad que desarrollarán las actividades de calidad, las herramientas a utilizar y los artefactos a generar durante todo el Modelo.

2.2. Proceso de Desarrollo SOA

Para garantizar la correcta ejecución del proyecto y el logro de los otros componentes de la solución se han de ejecutar un conjunto de disciplinas que agrupan las actividades enmarcadas dentro de un proceso de desarrollo para iniciativas SOA. El proceso de desarrollo ha de pasar por las fases de: Planeación, Arquitectura, Diseño (Provisión), Ensamblaje y Ejecución.

Planeación:

En esta fase se realizan tareas como:

- Identificación y descripción de los modelos de negocio existentes.
- Creación de un Business Case para SOA que permita especificar el valor que aportará la iniciativa para la organización.
- Determinación de requerimientos de alto nivel.

Arquitectura:

En esta fase se realiza el trabajo de mayor importancia en cuanto a la definición de SOA como estilo arquitectónico. Las tareas más relevantes son:

- El establecimiento y actualización de un portafolio de servicios.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- El establecimiento de un Plan de Transición de los Sistemas.
- La definición de una Arquitectura de Seguridad, de Especificación de servicios, de Implementación de Servicios, de Despliegue de Servicios y de la Plataforma Tecnológica.

Diseño:

En esta fase se desarrollará:

- Una mejora de procesos, servicios y productos.
- El diseño de la arquitectura de infraestructura.

Ensamblaje:

En esta fase se implementarán:

- Los componentes de la solución diseñada y de las unidades de automatización diseñados.

Ejecución:

En esta fase se desarrollarán:

- Las actividades vinculadas con el despliegue de las unidades de automatización, correspondientes a servicios, y de los componentes de la solución previamente implementados.
- Las actividades asociadas al monitoreo de ejecución de servicios y soluciones.

2.2.1. Capas y disciplinas del proceso de desarrollo

El proceso de desarrollo debe transitar, además, por diferentes capas: Capa de Consumo, Capa de Provisión y Capa de Habilitación.

Capa de Consumo

En esta capa se realizan las actividades de cara a los clientes y al personal del negocio dentro de la empresa. Las disciplinas de esta capa trabajan de forma progresiva e iterativamente determinando requerimientos del negocio orientados a servicios mediante el diseño de la arquitectura de negocio

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

establecida en la empresa, y el modelo de la información contenida en ella. Además especifica las soluciones de negocio a ser construidas usando servicios. Engloba las siguientes disciplinas:

1. **Disciplina de captura de requerimientos del negocio Orientado a Servicios (OS):** se modela el negocio con el objetivo de extraer requerimientos útiles para el posterior análisis y diseño de los servicios, así como para diseñar e implementar las soluciones del negocio. El grupo responsable es: **Proceso.**
2. **Disciplina de mejora del negocio OS:** se enfoca en la mejora de los procesos existentes, así como en las soluciones o productos y capacidades. El grupo responsable es: **Proceso.**
3. **Disciplina de Arquitectura y diseño de las soluciones:** se encarga de desarrollar la arquitectura de sistema de las soluciones de forma ligeramente vinculada con la arquitectura de procesos de negocio a la cual tributa la solución. Permite identificar requerimientos de servicios propios de la aplicación. El grupo responsable es: **Arquitectura.**
4. **Disciplina de Aprovechamiento de la solución:** se encarga de especificar la forma de uso de las aplicaciones, así como su diseño de bajo nivel y su integración con el resto de las aplicaciones como un todo. El grupo responsable es: **Desarrollo.**
5. **Disciplina de ensamblaje de las soluciones:** se encarga de la codificación y prueba de las soluciones basadas en el uso de los servicios. El grupo responsable es: **Desarrollo.**

Capa de Provisión

En esta capa se ubican las disciplinas directamente relacionadas con el diseño de la arquitectura de servicios, la especificación de los bloques de construcción de SOA, el diseño, implementación y prueba de los servicios; así como la gestión del portafolio de servicios y aplicaciones legadas.

1. **Disciplina de Arquitectura y Diseño Orientados a Servicios:** permite realizar un mapeo de la arquitectura de referencia a las especificaciones de la empresa, obtenidas a partir de la captura de los

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

requerimientos del negocio. Prepara y evoluciona el Plan del Portafolio de Servicios de la empresa y la Arquitectura de Seguridad Orientada a Servicios. El grupo responsable es: **Arquitectura**.

2. **Disciplina de Transición de los Sistemas Legados:** se encarga de crear un plan de transición de los sistemas legados que permite adentrarlos en la visión orientada a servicios provista por la arquitectura de referencia, y documentada en el Plan del Portafolio de Servicios y la Arquitectura de Seguridad. El grupo responsable es: **Arquitectura**.
3. **Disciplina de Especificación y Diseño de Servicios:** es la encargada de tomar las descripciones de los servicios provenientes de la disciplina #1 de esta capa y formalizar su especificación y diseño, certificándolos como mecanismo de liberación de los mismos para su implementación y uso en las aplicaciones a desarrollar en el negocio. El grupo responsable es: **Arquitectura**.
4. **Disciplina de Implementación de los Servicios:** se encarga de diseñar, implementar y probar las unidades de automatización requeridas para realizar los servicios. El grupo responsable es: **Desarrollo**.

Capa de Habilitación

En esta capa se concentra todo el trabajo con la infraestructura de herramientas capaz de soportar el despliegue de una Iniciativa SOA. Involucra la arquitectura, el diseño, el despliegue y la administración de todos los recursos hardware y software necesarios para el correcto funcionamiento de servicios y soluciones de negocio.

1. **Disciplina de Arquitectura de la plataforma de soluciones y servicios:** es la encargada del diseño de la infraestructura de soluciones y servicios en términos del hardware y el software necesario. El grupo responsable es: **Arquitectura**.
2. **Disciplina de diseño e instalación de la plataforma de soluciones y servicios:** se encarga de planificar, diseñar, probar e instalar la plataforma de soporte de los servicios que consiste en el conjunto de servidores y aplicaciones de almacenaje y monitoreo de los servicios. El grupo responsable es: **Desarrollo**.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

3. **Disciplina de despliegue de las soluciones y servicios:** se encarga del despliegue de las soluciones y servicios en sus ambientes de despliegue de acuerdo con sus especificaciones y requerimientos de diseño. El grupo responsable es: **Desarrollo**.
4. **Disciplina de administración y operación de las soluciones y servicios:** es la encargada de monitorizar y controlar la ejecución de los servicios. El grupo responsable es: **Gobierno**.

Todo el proceso descrito en los epígrafes anteriores se refleja en la figura 2.1 que aparece a continuación.

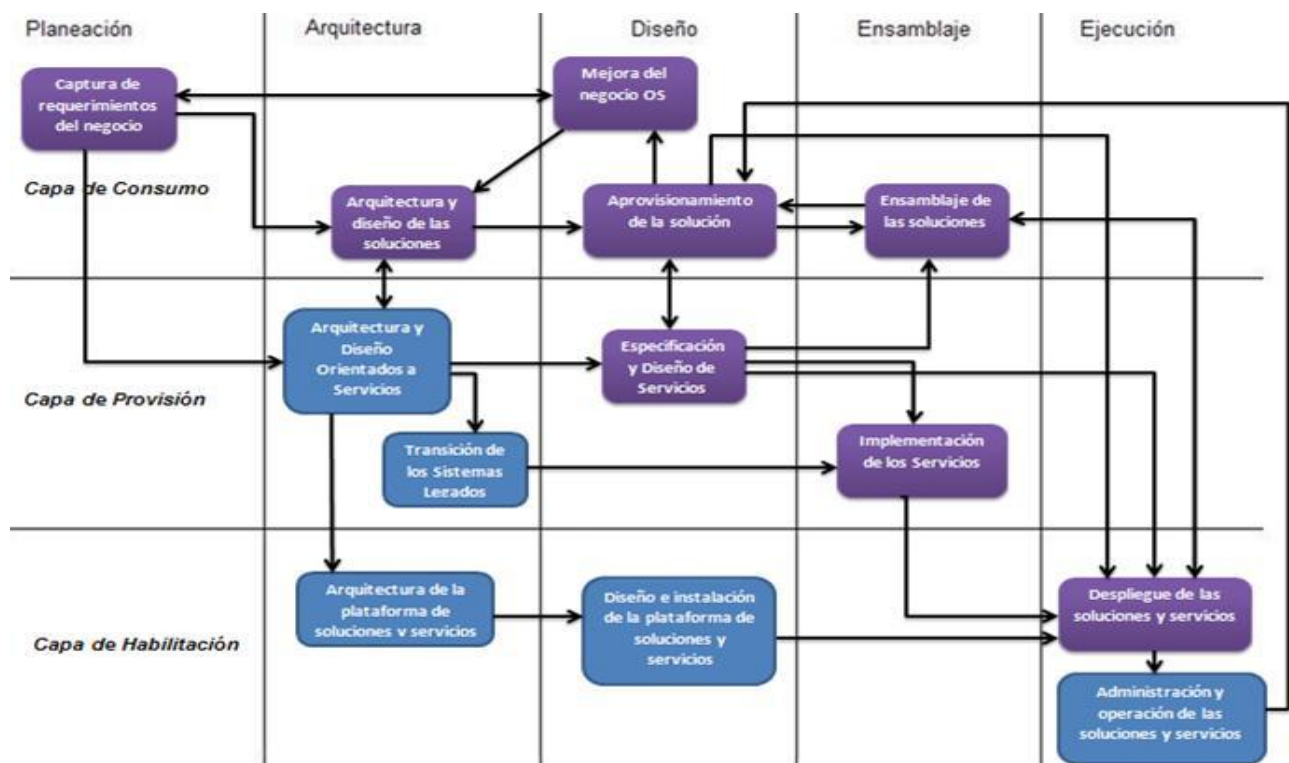


Fig. 2.1 Disciplinas del Proceso de Desarrollo para SOA

Una vez conocidos los elementos fundamentales del trabajo de cada uno de los grupos de la línea SOA es necesario definir qué es la Arquitectura Orientada a Servicios para el CDAE; se define como: “un conjunto de principios, políticas y frameworks” [19].

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

2.3. Descripción del Modelo

El modelo que se propone está compuesto por actividades, las mismas reciben artefactos de entrada y generan artefactos de salida ([Ver Anexo 1](#)):

- **Organización del Negocio:** en esta etapa del modelo se realiza la planificación de la calidad, además de todo el proceso de aseguramiento de la calidad de las disciplinas que pertenecen a la fase de Planeación de la metodología propuesta por el CDAE; recibe como entrada los artefactos que se generan durante la ejecución de esas disciplinas, y la salida son los registros de calidad que intervienen en el proceso y la planificación de la calidad.
- **Organización de la Arquitectura:** en esta segunda etapa del modelo se realiza todo el proceso de aseguramiento de la calidad correspondiente a las disciplinas de la fase de Arquitectura; recibe como entrada los artefactos que se generan durante la ejecución de dichas disciplinas, y como artefactos de salida se generan los registros de calidad que intervienen en el proceso.
- **Mejora del Proceso:** en esta tercera etapa del modelo se realiza todo el proceso de aseguramiento de la calidad correspondiente a las disciplinas de la fase de Diseño; recibe como entrada los artefactos que se generan durante el desarrollo de esas disciplinas, y los artefactos de salidas son los registros de calidad que se generaron durante el proceso. En esta etapa, se puede perfeccionar y refinar todo el trabajo realizado, pues está dirigida a la mejora continua.
- **Desarrollo:** en esta cuarta etapa del modelo se realiza todo el proceso de aseguramiento de la calidad correspondiente a las disciplinas de la fase de Ensamblaje; se recibe como entrada los artefactos que se generan durante esas disciplinas, y como salida los registros de calidad que fueron usados durante el proceso.
- **Despliegue y Ejecución:** en esta quinta etapa del modelo se realiza todo el proceso de aseguramiento de la calidad correspondiente a las disciplinas de la fase de Ejecución; se recibe como entrada los artefactos que se generan durante esas disciplinas, y como salida se generan los registros de calidad que se usaron durante todo el proceso.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- **Control del Proceso:** en esta sexta etapa se pretende alcanzar la excelencia a través de la mejora continua; posibilita revisar, inspeccionar, chequear y auditar todo el trabajo desarrollado y se puede ejecutar después de cualquier etapa del modelo.
- **Liberación:** en esta séptima y última etapa del modelo se determina si se da por concluido y aceptado todo el trabajo realizado o si es necesario volver a recurrir a la mejora continua. Se pretende, con esta etapa, lograr que las soluciones y artefactos generados durante todo el ciclo de vida de la metodología se den por concluidas con una alta calidad.

2.4. Propuesta del Flujo de Actividades para el Modelo de Aseguramiento de la Calidad

En correspondencia a las disciplinas del proceso de desarrollo SOA, la función de cada grupo de trabajo y los artefactos que se deben generar por fase; se proponen las tareas a desarrollar y en el orden lógico en que se deben realizar, encerradas en el flujo de actividades correspondiente a cada una de las disciplinas.

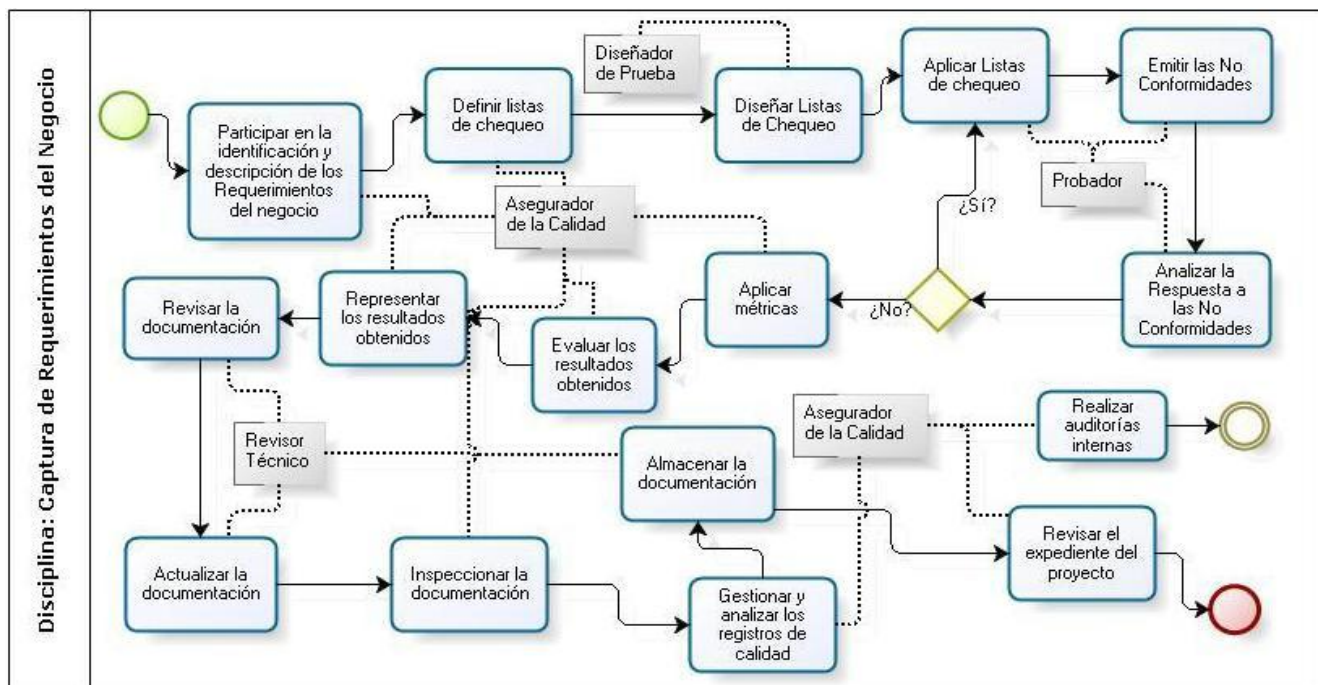


Fig. 2.2 Flujo de actividades para la disciplina: Captura de Requerimientos del Negocio OS

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

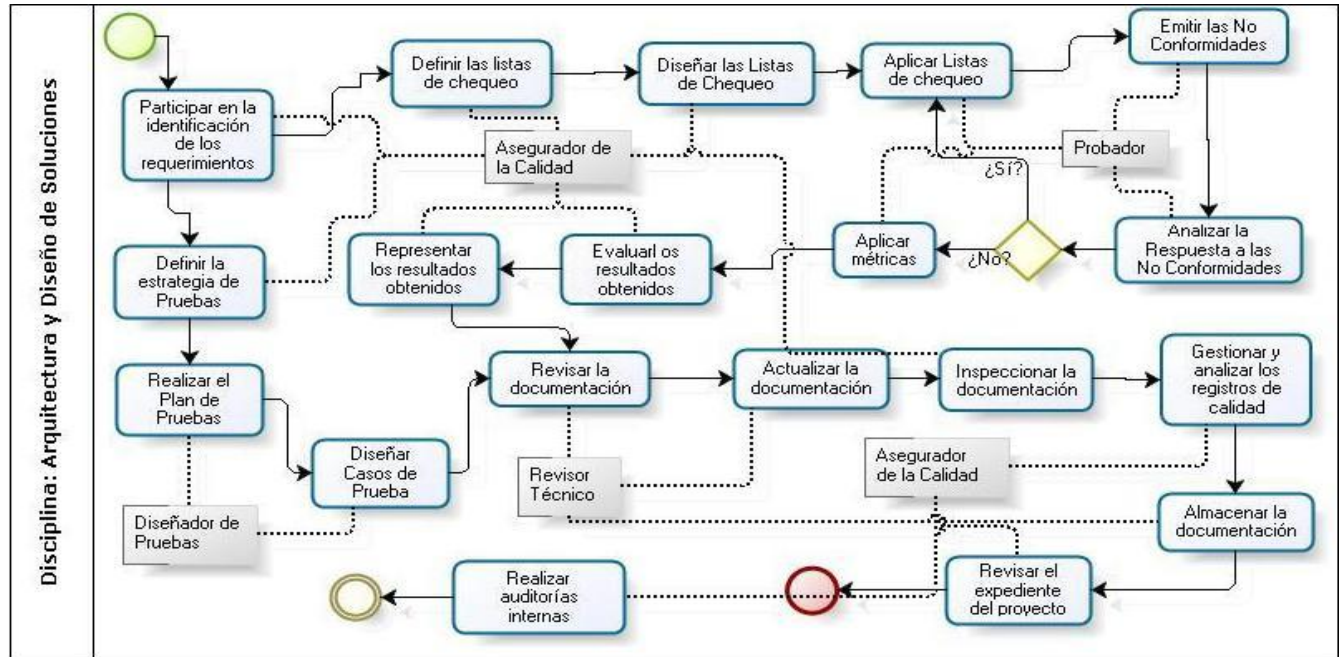


Fig. 2.3 Flujo de Actividades para la disciplina: Arquitectura y diseño de Soluciones

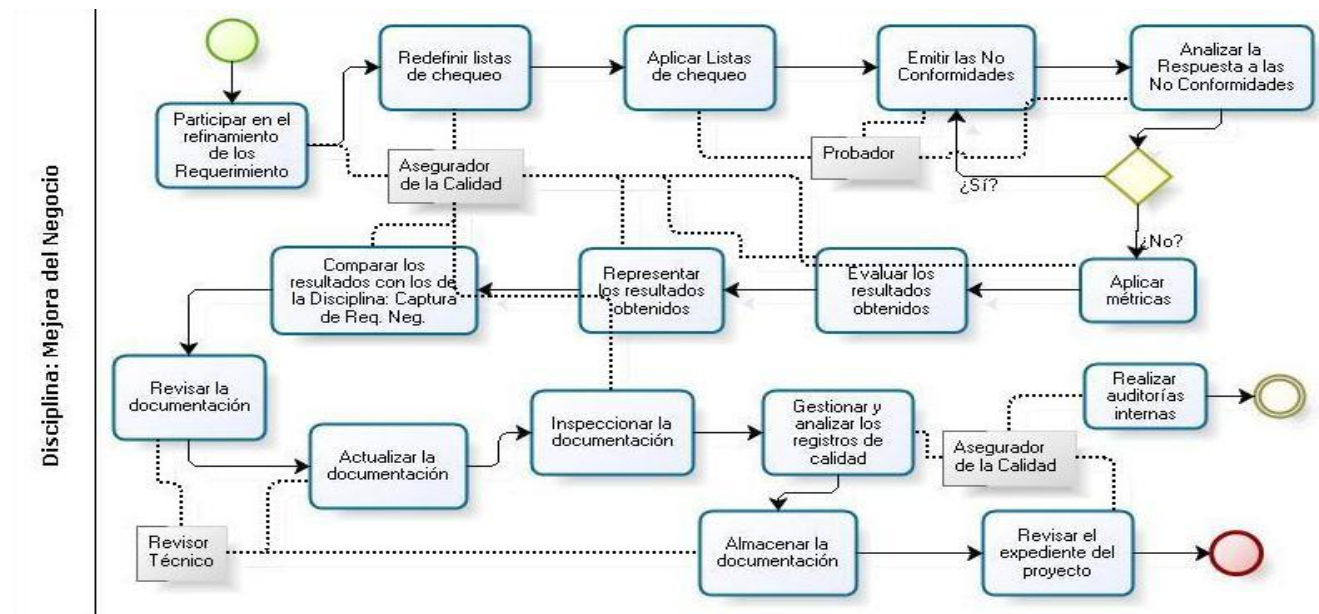


Fig. 2.4 Flujo de actividades para la disciplina: Mejora del Negocio

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

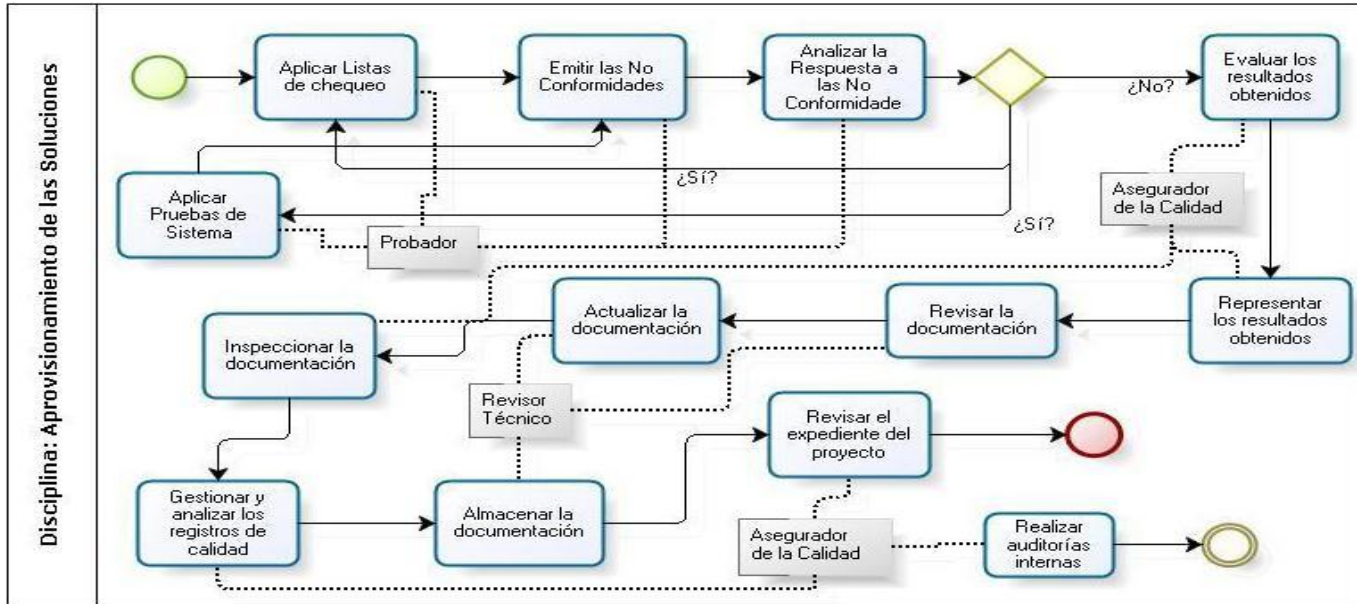


Fig. 2.5 Flujo de actividades para la disciplina: Aprovechamiento de la Solución

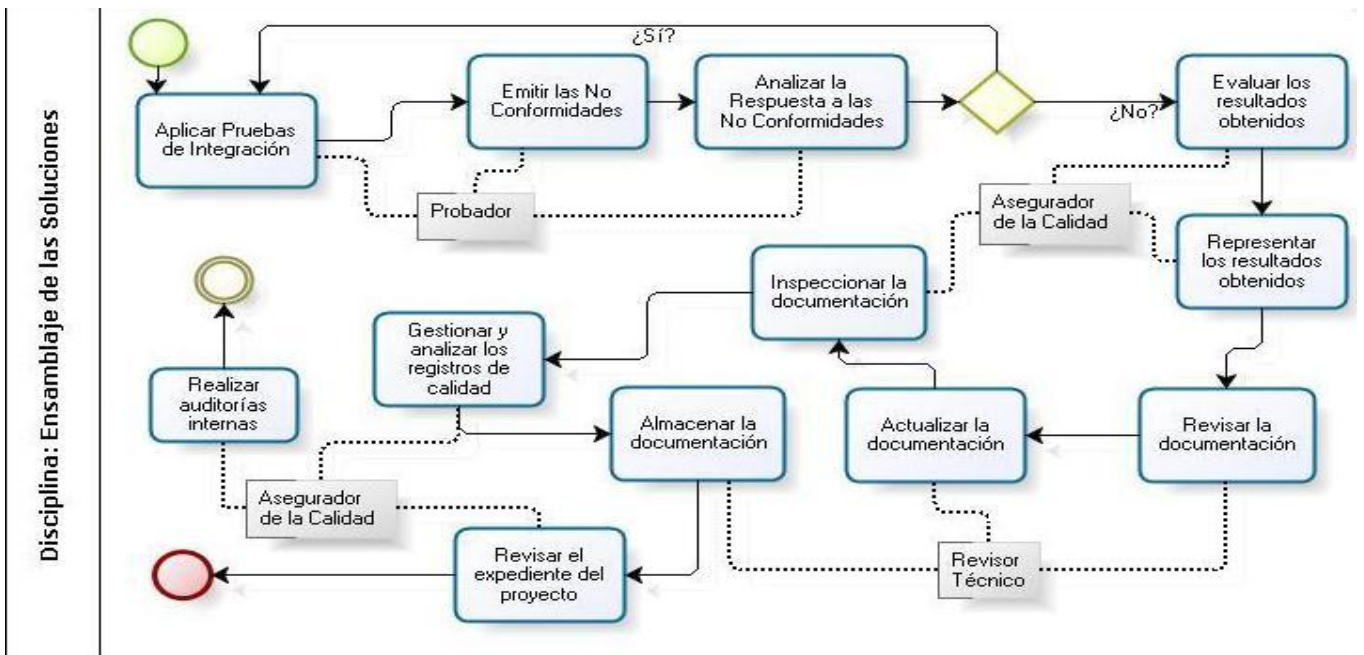


Fig. 2.6 Flujo de actividades para la disciplina: Ensamblaje de las Soluciones

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

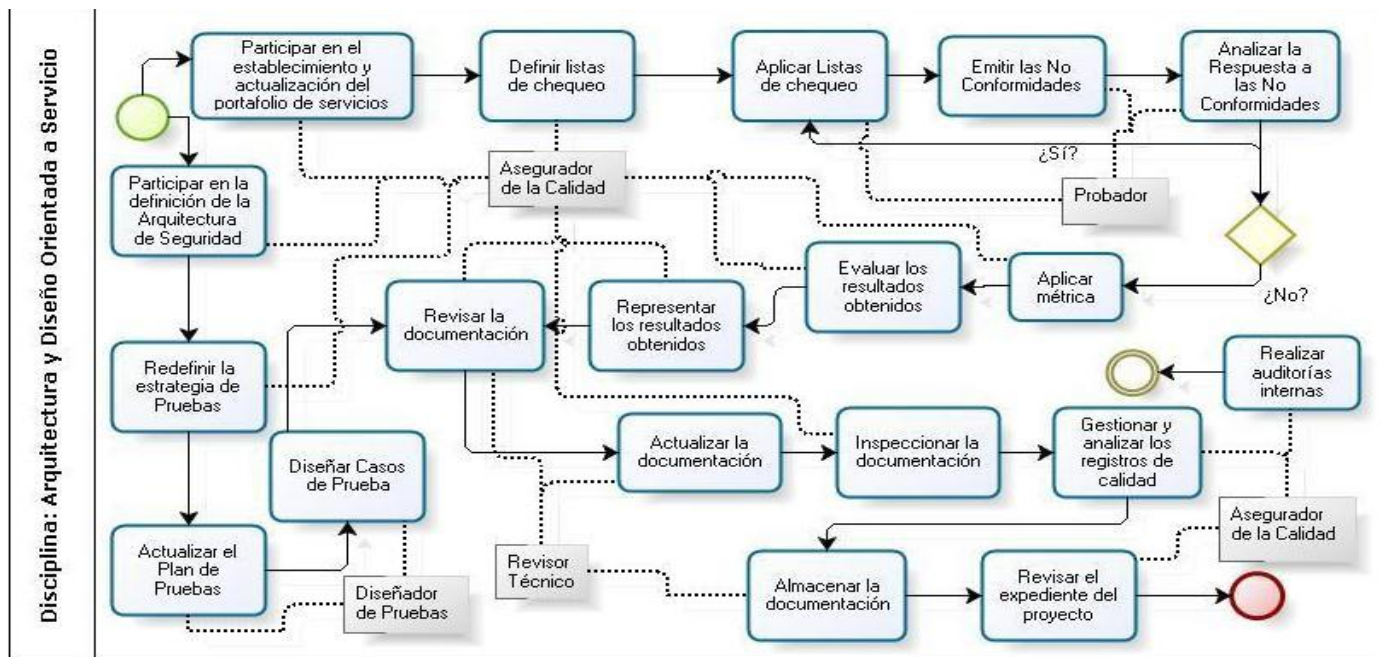


Fig. 2.7 Flujo de actividades para la disciplina: Arquitectura y Diseño Orientada a Servicio

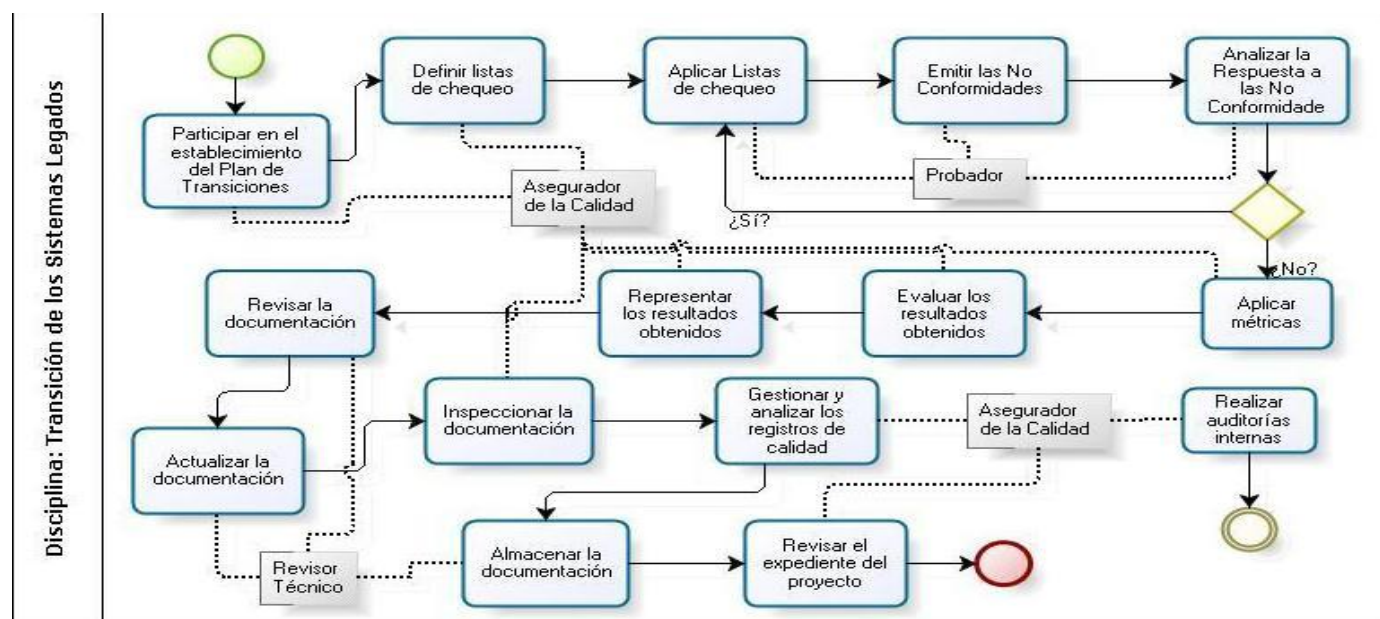


Fig. 2.8 Flujo de actividades para la disciplina: Transición de los Sistemas Legados

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

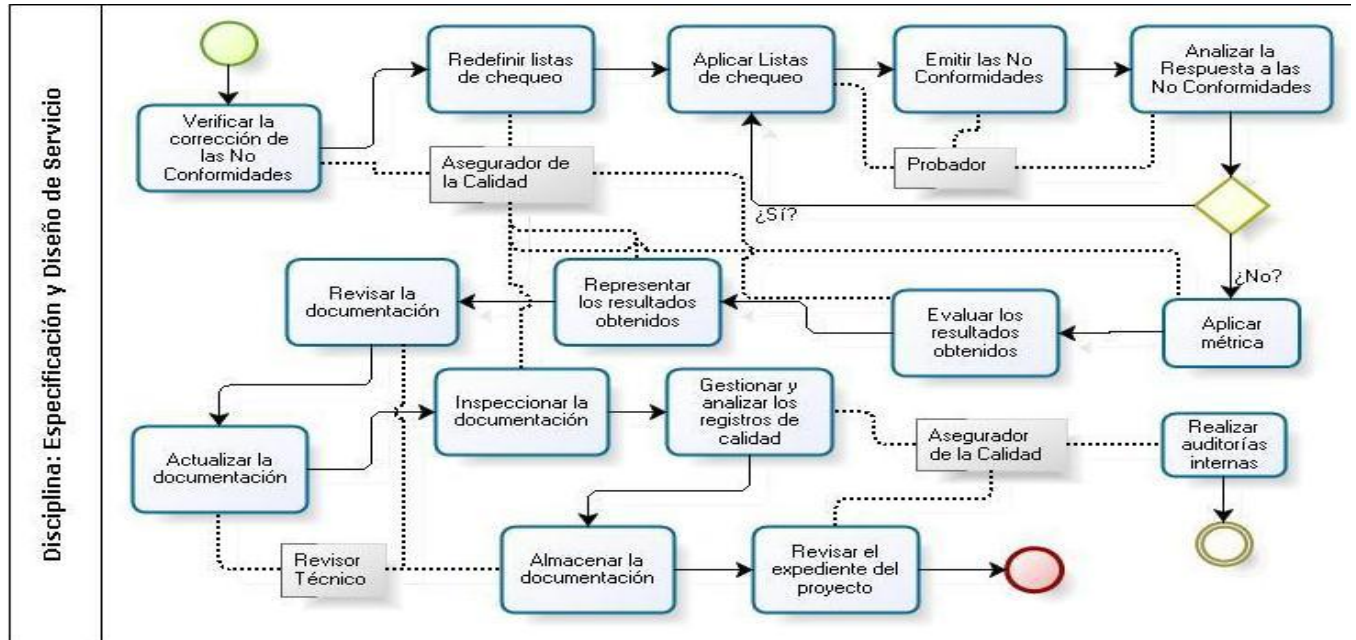


Fig. 2.9 Flujo de actividades para la disciplina: Especificación y Diseño de Servicio

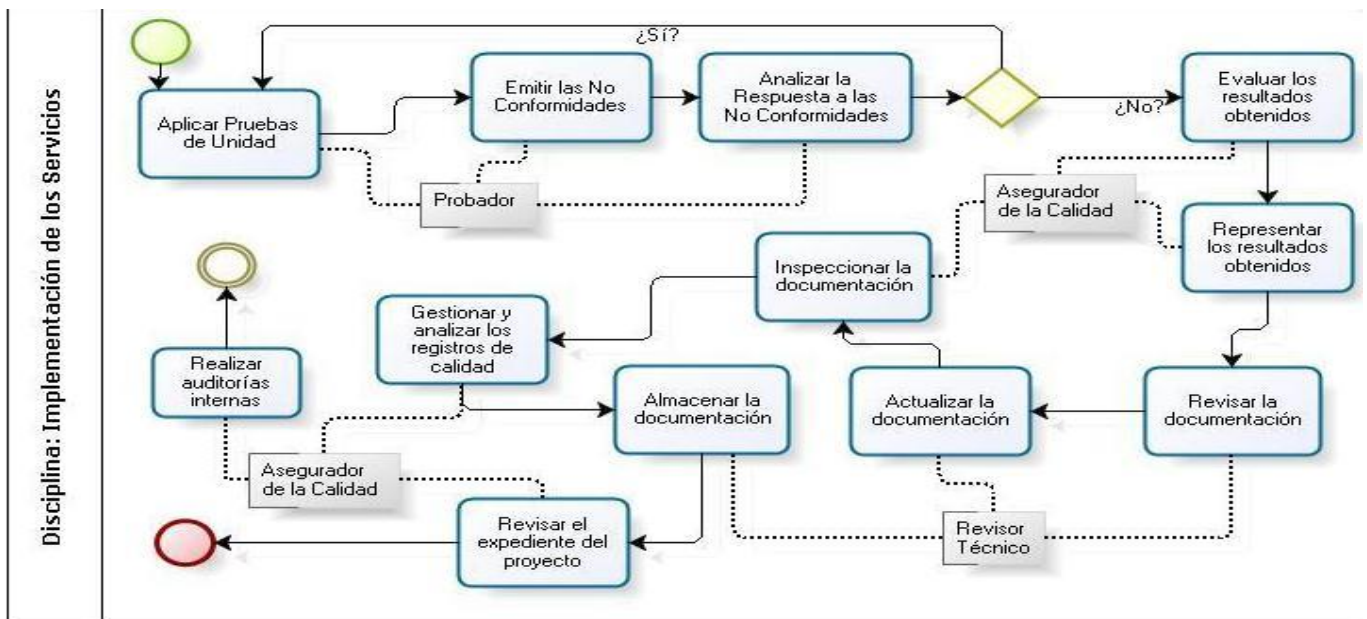


Fig. 2.10 Flujo de actividades para la disciplina: Implementación de los Servicios

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

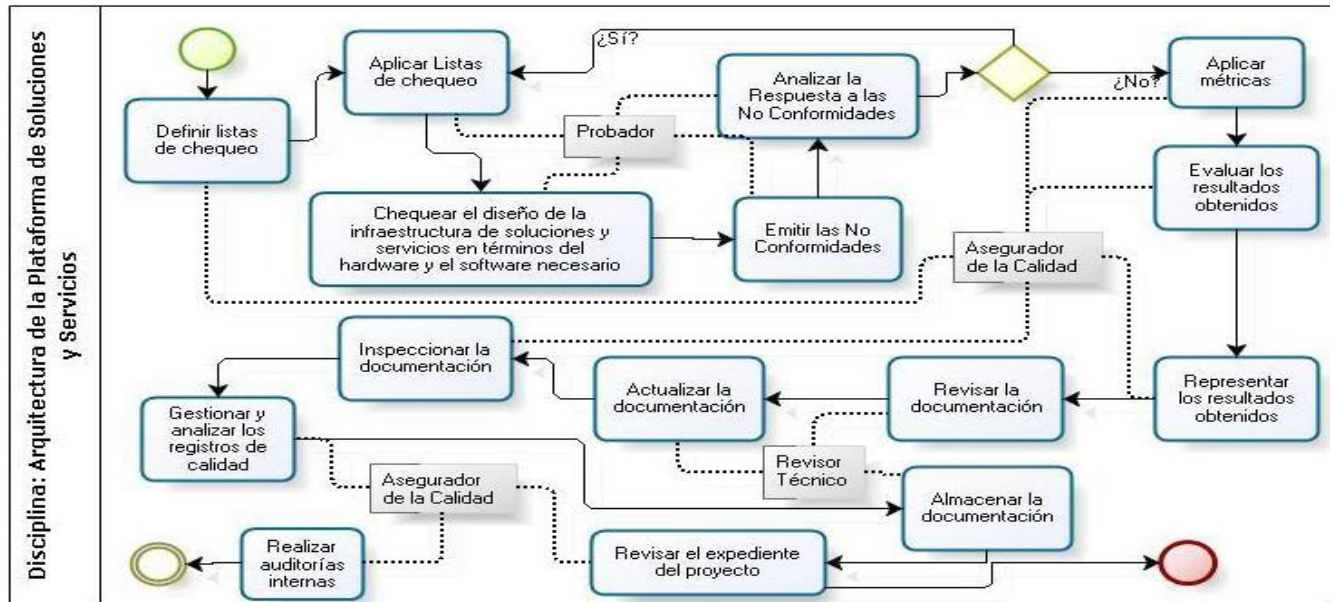


Fig. 2.11 Flujo de actividades para la disciplina: Arquitectura de la Plataforma de Soluciones y Servicios

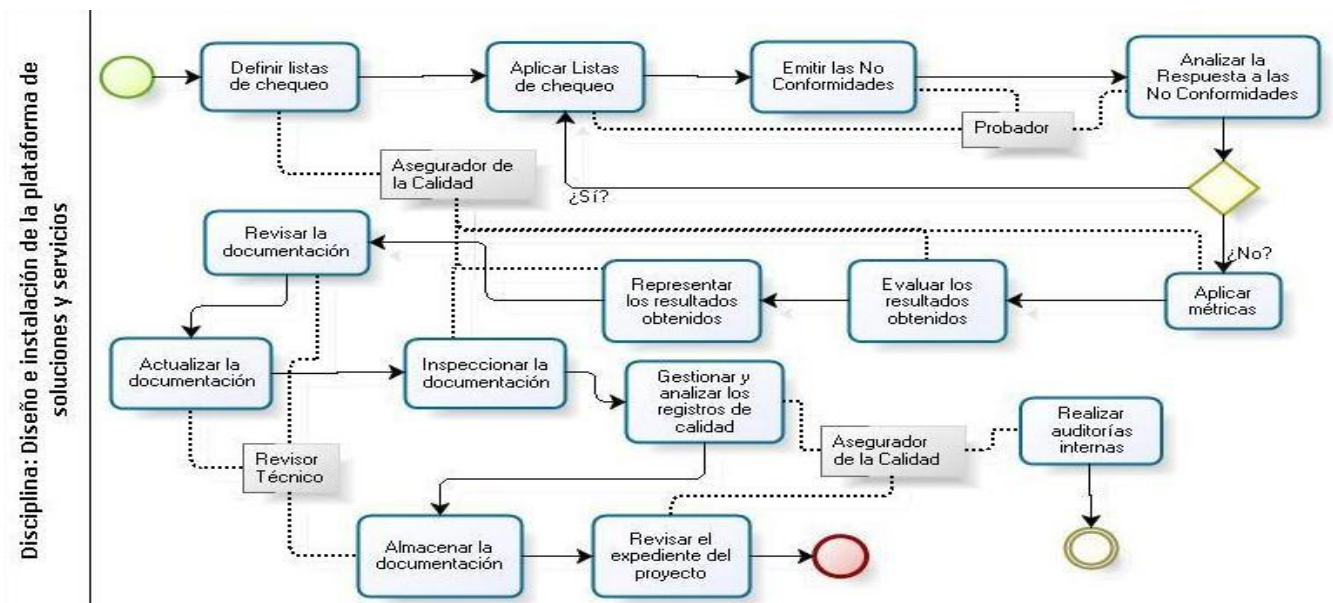


Fig. 2.12 Flujo de actividades para la disciplina: Diseño e instalación de la plataforma de soluciones y servicios

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

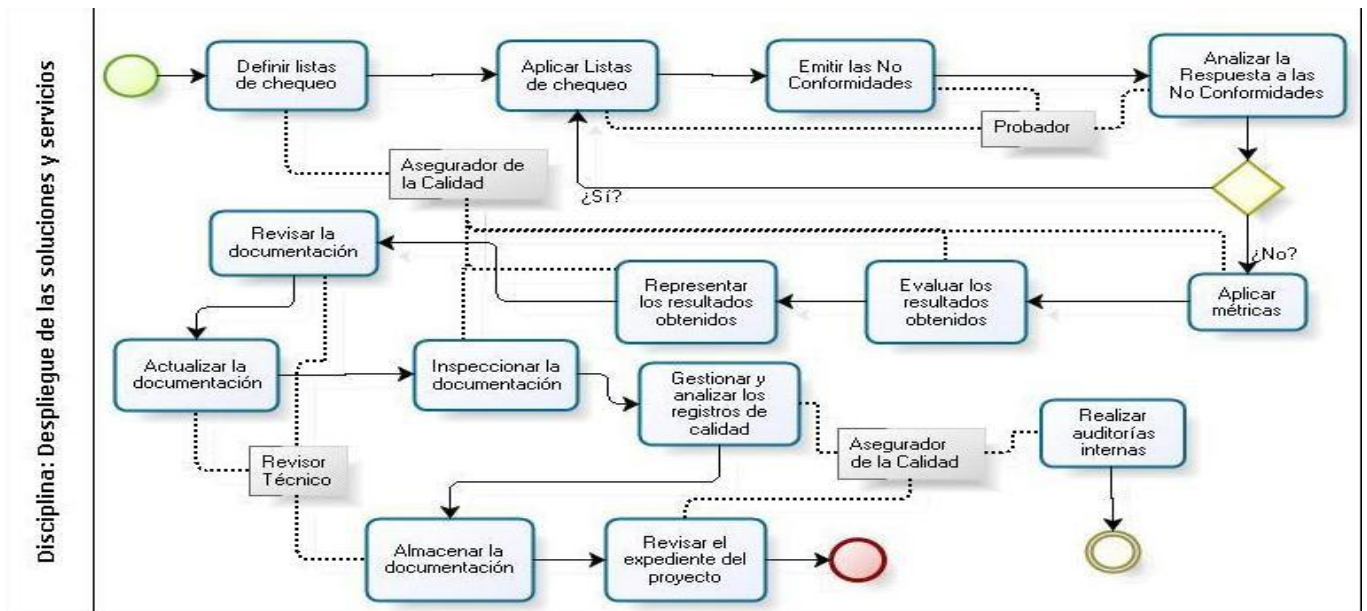


Fig.2.13 Flujo de actividades para la disciplina: Despliegue de las Soluciones y servicios

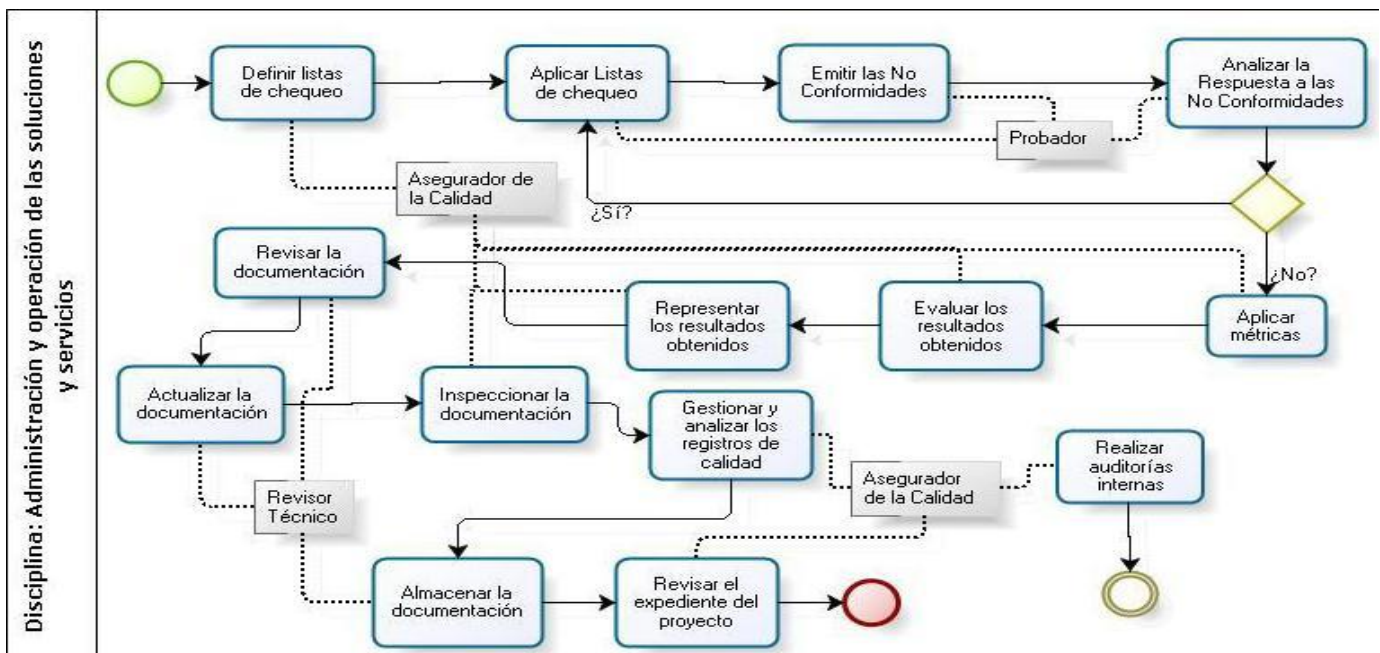


Fig. 2.14 Flujo de actividades para la disciplina: Administración y operación de las soluciones y servicios

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Cada uno de los flujos de actividades representados encierra las actividades que se deben realizar para garantizar la calidad de la disciplina correspondiente. Además, guían todo un proceso de aseguramiento de la calidad por disciplina; desde el comienzo de una actividad, la continuidad del desarrollo lógico de las demás actividades y el final del mismo; así como el responsable de ejecutar cada una de las actividades propuestas. Para entender el flujo de actividades ([Ver Anexo 2](#)).

2.5. Propuesta de los roles

Los roles relacionados con la calidad de cualquier proyecto deben ser asignados en correspondencia a las capacidades, disposición y motivación de cada uno de los miembros del equipo de trabajo. En la tabla 2.1 se hace una propuesta de los roles que deben llevar adelante el proceso de aseguramiento de la calidad y la descripción del tipo de actividades que debe enfrentar cada uno.

Tabla 2.1 Roles y descripción

Rol	Descripción
Asegurador de la Calidad	<p>Conoce las características generales y específicas de las actividades a realizar en el CDAE.</p> <p>Rige y dirige las actividades de aseguramiento de la calidad; planifica las actividades de aseguramiento de la calidad.</p> <p>Máximo responsable del proceso de aseguramiento de la calidad.</p> <p>Capacita al grupo de calidad y lo guía durante todo el proceso de aseguramiento de la calidad.</p> <p>Proporciona una Estrategia de prueba.</p> <p>Coordina las pruebas de calidad interna, las pruebas de liberación y aceptación.</p> <p>Evalúa los resultados de las pruebas de calidad.</p> <p>Define las listas de chequeo, métricas y pruebas a utilizar.</p>
Diseñador de Prueba	<p>Diseña los casos de prueba.</p> <p>Diseña las listas de chequeo.</p> <p>Realiza la estrategia y plan de prueba.</p>
Revisor Técnico	<p>Ejecuta las Revisiones Técnicas Formales (RTF).</p> <p>Elabora el informe de las RTF.</p> <p>Almacena toda la documentación de calidad actualizada.</p>

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Probador	Ejecuta las pruebas diseñadas. Anota los resultados obtenidos. Emite las No Conformidades (NC) y la Respuesta a las No Conformidades (RNC) encontradas durante todo el proceso de aseguramiento de la calidad.
----------	--

2.6. Propuesta de las pruebas a aplicar durante la ejecución de la metodología SOA

Basándose en que no existe una definición estándar para probar una SOA, si se descomponen cada uno de sus componentes y se van probando desde los más simples hasta los más complejos se llega a una forma más sencilla de probar dicha arquitectura. Las pruebas que se apliquen deben estar enfocadas siguiendo el mismo patrón de la SOA. Para garantizar una mayor seguridad y calidad en todas las actividades a desarrollar durante la metodología SOA propuesta por el CDAE se proponen:

Pruebas de Unidad: ya que la disciplina de **Implementación de los Servicios** se encarga de diseñar, implementar y probar las unidades de automatización requeridas para realizar los servicios. Para lograr una mejor calidad en las actividades que se realizan durante su ejecución se propone la aplicación de las **pruebas de unidad**, ya que su objetivo es verificar la funcionalidad y estructura de cada componente de forma individual, una vez que ha sido codificado. Además se usan a la hora de probar los subprogramas, las subrutinas, los procedimientos individuales o las clases en un programa.

Pruebas de Integración: conociendo que la disciplina: **Ensamblaje de las soluciones** se encarga de la codificación y prueba de las soluciones basadas en el uso de los servicios; se propone, para garantizar la calidad de las actividades que se realizan durante esta disciplina, aplicar **pruebas de integración**. Estas pruebas tienen como objetivo verificar el ensamblaje correcto entre los diferentes componentes una vez que han sido probados unitariamente, con el fin de comprobar que interactúan correctamente a través de sus interfaces, tanto internas como externas; cubren la funcionalidad establecida y se ajustan a los requisitos no funcionales especificados en las verificaciones correspondientes.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Pruebas de Sistema: al conocer que la disciplina: **Aprovisionamiento de la solución** se encarga de especificar la forma de uso de las aplicaciones, así como su diseño de bajo nivel y su integración con el resto de las aplicaciones como un todo; se propone, con el objetivo de lograr una mejor calidad en las funciones que se realizan durante esta disciplina, aplicar **pruebas de sistema**. El objetivo de esas pruebas es buscar discrepancias entre el programa y sus requerimientos, enfocándose en los errores hechos durante la transición del proceso al diseñar la especificación funcional. Además, permiten probar el sistema en su conjunto y con otros sistemas con los que se relaciona para verificar que las especificaciones funcionales y técnicas se cumplen.

2.7. Herramientas Propuestas

Las herramientas propuestas deben ser tratadas como las herramientas bases pues están enfocadas a garantizar la calidad de las actividades que se desarrollan durante la ejecución de la metodología de desarrollo propuesta por el CDAE. Es necesario que el control de la calidad y las revisiones se lleven durante todo el ciclo de vida de la metodología que desarrolla cada uno de los grupos de trabajo.

2.7.1. Listas de Chequeo

Teniendo en cuenta las funcionalidades del proceso de desarrollo, se evidencia que para analizar las actividades a desarrollar durante la ejecución de la metodología se generan varios artefactos sobre plantillas y documentos, es conveniente para el proceso de aseguramiento de la calidad de los mismos la aplicación de listas de chequeo. Esas listas de chequeo, serán diseñadas acorde a las características de cada uno de los artefactos que se generen.

2.7.2. Métricas

La aplicación de las listas de chequeo en los artefactos documentados posibilitará analizar cualitativamente los resultados obtenidos durante el proceso de inspección, ya sea positiva o negativamente; pero no garantizará el análisis cuantitativo de los resultados de la inspección por cada artefacto. Para conocer la medida en que el producto y/o servicio generado cumple con los requerimientos

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

establecidos, se propone aplicar métricas. Mediante el estudio realizado se propone, con el objetivo de comprobar el grado de cumplimiento de la calidad una vez que se determinan los parámetros que se cumplen parcial y totalmente mediante las listas de chequeo que se aplique: la fórmula del Cálculo de la Valoración de la lista de chequeo ([figura 1.2 del capítulo 1](#)), ya que la misma se basa directamente en el análisis de los resultados que se arrojan al aplicar listas de chequeo. Con la aplicación de dicha fórmula se expresará, en porcentaje, el grado en que se cumplen los requerimientos establecidos y el nivel de la calidad en que se encuentran cada uno de los artefactos generados. Una vez que sea aplicada, los resultados pasarán de cualitativos a cuantitativos, darán el porcentaje de cumplimiento de la calidad por cada artefacto chequeado.

Para eliminar eficientemente las No Conformidades que se detecten durante la aplicación del Proceso de Aseguramiento de la Calidad y llevar el control de la planificación, en cuanto al tiempo, de las actividades que se realicen a lo largo del ciclo de vida de la Metodología propuesta, se proponen las métricas de la tabla 2.2. Con la aplicación de las métricas que se proponen, se podrá comprobar si existe algún atraso en las tareas planificadas o en la duración del proyecto productivo.

Tabla 2.2 Métricas

Categoría	Conceptos a medir	Métrica
Defectos	No conformidades	
Defectos	Eficiencia en la eliminación de no conformidades.	$EENC = N_{Ci} / (N_{Ci} + N_{Ce})$
Tiempo	Tiempo	
Tiempo	% del tiempo total dedicado a las fases del ciclo de vida.	$Tiempo(i) / Tiempo\ total$
Tiempo	Varianza en la planificación.	$VP = CTD - CTP$
Tiempo	Índice de desarrollo del coste.	$IDC = CTP / CTR$
Tiempo	Varianza del coste.	$VC = CTP - CTR$
Tiempo	Costo de la calidad.	$Tiempo(sq) / Tiempo$

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Escala de medición: Para la representación gráfica de resultados cualitativos, si se tiene en cuenta las métricas estudiadas, se hace el análisis comparativo en la tabla siguiente:

Tabla 2.3 Comparación de las Escalas de Medición

Características	Escala de Medición	
	ISO 9001-2000 (a)	ISO 9001-2000 (b)
Norma en que se basa	ISO 9001-2000	ISO 9001-2000 en función del factor de calidad
Uso	Análisis en gráficos	Cálculo del Fc
Fórmula	No aplica	$Fc=c_1*m_1+c_2*m_2+\dots+c_n*m_n$

Analizada la comparación en la tabla anterior se propone la aplicación de la Escala de Medición en función de la norma ISO 9001-2000 (a), ya que la misma se usa para la representación gráfica del estado y cumplimiento de los productos y/o servicios en función de dicha norma ISO 9001. Además, es más fácil de aplicar y posibilita la visibilidad del comportamiento de los resultados obtenidos.

2.7.3. Herramientas para automatizar las pruebas

Para la aplicación de las pruebas propuestas es necesario, con el objetivo de facilitar el trabajo para el aseguramiento de la calidad, usar herramientas que posibilitan el proceso que se desea llevar a cabo. En correspondencia a las pruebas que se proponen por cada una de las fases de la metodología SOA y las herramientas estudiadas, se hace la siguiente comparación de la gráfica de la figura 2.15, atendiendo a:

Funcionalidades: elementos funcionales, respuesta a los requerimientos y tributos de la herramienta.

Modo de adquisición: si el software es gratuito o si se obtiene por medio de una licencia de pago.

Materiales de apoyo: si existe alguna documentación de la herramienta que guíe al probador durante su utilización.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Entorno de desarrollo: herramientas de programación que se integra; si es un software desarrollado libremente (de código abierto) o si es un software propietario (no se puede obtener información de su código o no se puede modificar y adecuar a los ambientes de trabajo del proyecto).

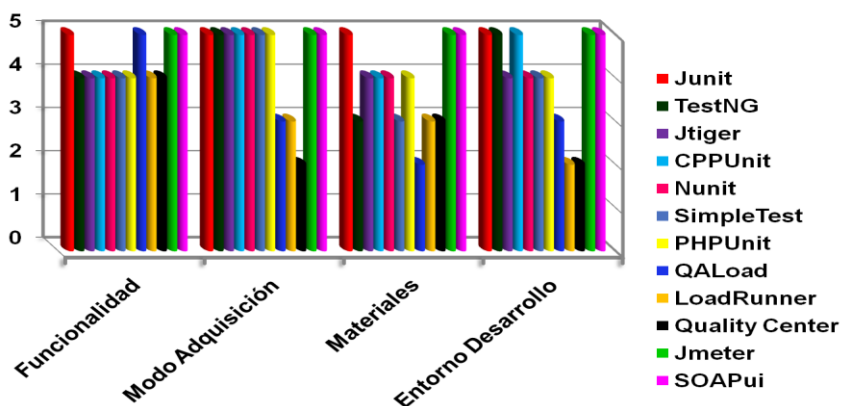


Fig. 2.15 Comparación de las herramientas estudiadas

Siguiendo los parámetros de comparación de la gráfica anterior y las pruebas propuestas a aplicar en las disciplinas: Ensamblaje de las soluciones, Aprovisionamiento de la solución e Implementación de los Servicios, se obtuvo como resultado las siguientes herramientas: la Junit, la Jmeter y la SOAPui. Por los parámetros de medición, estas herramientas son las más completas. En cuanto a sus funcionalidades, están directamente relacionadas a las pruebas (unidad, integración y sistema) que se proponen aplicar. El modo de adquisición es libre, ya que esas herramientas son de código abierto. Los materiales de apoyo existentes son múltiples, se puede encontrar, fácilmente, una amplia documentación (incluyendo manuales) de las tres herramientas. El entorno de desarrollo de estas herramientas, además de ser software libre, se integra a IDE Eclipse, NetBeans, etc.

2.7.4. Herramientas para gestionar los registros de calidad

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Para los registros de calidad se propone usar RedMine, ya que es la herramienta de gestión del proyecto y permite almacenar los registros del proyecto una vez que sean: creados, modificados o actualizados. Además, facilita la organización de todos los artefactos relacionados al Modelo de Aseguramiento de la Calidad; así como el acceso y consulta de los mismos. Además garantiza, una mayor protección y seguridad de los registros de calidad; y del expediente del proyecto.

2.8. Propuesta de los registros de calidad

Cada una de las actividades de calidad que se realicen durante todo el Proceso de Aseguramiento de la Calidad por cada una de las fases de la metodología SOA debe ser registrada y almacenada. Los registros de calidad que se proponen son:

Informe de No conformidades: en este documento entregable se registran todos los defectos y errores que se detectan durante el proceso de pruebas, ya sean: listas de chequeo o pruebas al software como tal.

Informe de Respuesta a las No conformidades: en este documento entregable se registran todos los defectos y errores que se detectan durante el proceso de pruebas, ya sean: listas de chequeo o pruebas al software como tal, pero que son aceptados por el cliente. En este informe, se basan los probadores, una vez que se corrigen los errores y se vuelve a probar.

Plan de Pruebas: en este documento se recoge, formalmente, la colección de los casos de prueba y los procedimientos de prueba a aplicar. En este entregable se incluye: el propósito de las pruebas, los elementos que se van a probar, las herramientas a utilizar y los recursos con los que se cuentan para la utilización de las mismas, así como el documento que será entregado. En este artefacto se recogen, además, las características de hardware y software que se utilizarán para realizar las pruebas al sistema. Una vez que realicen las pruebas y se obtengan sus resultados, se puede hacer una comparación de lo obtenido con lo esperado.

PROPUESTA DEL MODELO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Casos de Pruebas: en este artefacto se definen los datos de entrada, las condiciones de ejecución y los resultados que se esperan de las pruebas, identificados para la evaluación de las características específicas de un elemento objeto de prueba. Cada uno de los Casos de Pruebas debe estar asociado a un servicio en particular. Reflejan trazabilidad con las especificaciones adicionales de requerimientos y diseño del sistema, con el objetivo de garantizar que los procedimientos de pruebas se correspondan a las necesidades del cliente.

Listas de Chequeos aplicadas: en este entregable se recogen las características fundamentales del artefacto que se desea probar, así como los errores encontrados y la cantidad de elementos afectados.

Informe de Revisiones y Auditorías: en este documento se recogen los partes correspondientes a las revisiones y auditorías que se realicen por parte del grupo de calidad. Se recoge, por cada revisión y auditoría, la fecha de la misma, la duración, los defectos, dificultades e inconformidades encontradas; y los posibles fallos; con el objetivo de garantizar la prevención de errores.

Plan de Aseguramiento de la Calidad: en este documento se recoge toda la descripción de cómo se asegurará la calidad en el proyecto, incluye: los artefactos, herramientas, técnicas, etc. Ofrece una guía del proceso de aseguramiento de la calidad para todos los roles del equipo de calidad.

2.9. Conclusiones del Capítulo

En este capítulo se realizó una propuesta de un Modelo de Aseguramiento de la Calidad basado en actividades de calidad y herramientas que permiten la facilidad y eficiencia del trabajo a realizar, el desarrollo y aseguramiento de cada una de las actividades a desarrollar; y la calidad de los artefactos a probar. También se brinda un grupo de roles con la suficiente capacidad de trabajo para poner en marcha el desarrollo de la propuesta. Además, al aplicar la propuesta que se hace en este capítulo, también se puede evaluar el resultado obtenido con su aplicación.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. Introducción

En este capítulo, inicialmente se hace un estudio relacionado al método Delphi, el cual será empleado con el objetivo de validar la propuesta del Proceso de aseguramiento de Calidad reflejada en el capítulo 2. Posteriormente se trabaja con un grupo de expertos (personas con el conocimiento necesario para determinar si el estudio realizado se aproxima a la realidad) que ayudarán, con su criterio, a validar la propuesta y dar un resultado negativo o positivo de la misma, determinando si está en condiciones de ser aplicada o no.

3.2. Método Delphi

En 1950 se realizó por vez primera un estudio con el método Delphi. Para el uso de este método se utiliza la información de un grupo de personas a las que se supone un considerable conocimiento de la materia que se va a evaluar. El éxito de los resultados depende, en gran medida, de *la elaboración de los cuestionarios y la elección de los expertos consultados*. Delphi es uno de los métodos de estimación más confiables, se basa en la elaboración estadística de las opiniones de un grupo de expertos en el tema tratado; y refleja cada una de las valoraciones de los expertos, las cuales pueden estar basadas en análisis lógico o en su propia experiencia intuitiva. El método cuenta con 4 características principales:

Anonimato: ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo seleccionado.

Iteración y realimentación controlada: cuando se muestra el mismo cuestionario varias veces se evidencia la iteración. Además, los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores se van presentando, de esta forma los expertos conocen los diferentes puntos de vista y pueden ir modificando su opinión si consideran que los argumentos presentados son más apropiados que los suyos.

Respuesta del grupo en forma estadística: a los expertos no se les presenta, solamente, la información del punto de vista de la mayoría, sino todas las opiniones, de esta forma se muestra el grado de acuerdo que se ha obtenido.

Heterogeneidad: los expertos que conforman el grupo seleccionado pueden pertenecer a distintas ramas de actividad sobre las mismas bases.

Algunas de las **ventajas** de este método son:

- La obtención de información desde distintos puntos de vista y sobre temas muy amplios o muy específicos.
- Puede ser variable el horizonte de análisis.
- Permite la participación de un grupo de personas, sin que se forme desorganización.
- Facilita examinar, de forma objetiva y sistemática, problemas que requieren la concurrencia y opinión cualificada.
- Elimina o reduce los resultados negativos de las reuniones de grupo “Cara-Cara”.

3.2.1 Selección de Expertos

Para la selección de los expertos se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Graduado del Nivel Superior.
- Vinculación al desarrollo de proyectos productivos.
- Conocimientos sobre calidad del software.
- Conocimientos sobre Arquitectura Orientada a Servicios.
- Conocimientos sobre aseguramiento de la calidad orientado a una metodología SOA.

Para poner en práctica el método, se seleccionaron a 13 posibles expertos para hacerle la propuesta, de ellos, 11 respondieron afirmativamente para colaborar con la investigación y formar parte de la validación. Se realizó la encuesta 1 ([Ver Anexo 3](#)) donde cada uno de los expertos seleccionados se autoevaluó con el objetivo de determinar su grado de conocimiento en cuestión, para ello se contó con la ayuda del Coeficiente de Competencia de cada experto. Este coeficiente se determina a través de la fórmula: $K = \frac{1}{2}$

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

($k_c + k_a$), donde: el Coeficiente de Conocimientos (k_c) es el resultado de la primera pregunta de la encuesta de autovaloración multiplicado por “0.1” y el Coeficiente de Argumentación (k_a) se obtiene luego de analizar los resultados de la tabla de la Pregunta 2 de la encuesta 1 ([Ver Anexo 3](#)), este análisis se hace de la siguiente forma: Los expertos deben marcar con una “X”, según su criterio, su grado de competencia sobre los aspectos sometidos a consideración, a estas marcas se le asignan valores de acuerdo a la siguiente escala de la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Grados de influencia en la determinación del coeficiente de argumentación

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05
Totales	1.0	0.8	0.5

K_a será igual a la suma de los valores donde el posible experto haya marcado. Con esos elementos es suficiente para conocer el Coeficiente de Competencia de cada uno de los expertos. Para determinar el nivel del Coeficiente de Competencia son necesarios los siguientes intervalos:

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

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

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

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Los expertos que fueron seleccionados, para formar parte del grupo de validación de la propuesta del modelo, fueron aquellos cuyos resultados arrojaron un coeficiente de competencia alto y medio. De los 11 expertos a los que se les aplicó la encuesta de autoevaluación, solo 10 fueron seleccionados para continuar con la ejecución del método, a continuación se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 3.2. Coeficiente de competencia de los expertos

Nombre del Experto	P1	P2						Ka	Kc	K	Competencia
	Con.	P1	P2	P3	P4	P5	P6				
Experto 1	8	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9	ALTO
Experto 2	7	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8	ALTO
Experto 3	6	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7	MEDIO
Experto 4	4	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,4	0,6	MEDIO
Experto 5	2	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,2	0,4	BAJO
Experto 6	6	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7	MEDIO
Experto 7	7	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75	MEDIO
Experto 8	6	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75	MEDIO
Experto 9	7	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8	ALTO
Experto 10	6	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7	MEDIO
Experto 11	7	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75	MEDIO
	6	0,20	0,43	0,05	0,05	0,05	0,05	0,83	0,60	0,71	MEDIO

El Experto 5 fue el único de Coeficiente de Competencia bajo, por lo que no formó parte de la selección para la validación de la propuesta.

3.2.2. Elaboración del cuestionario de validación de la propuesta

Una vez seleccionados los expertos, se prosigue con la elaboración de la encuesta para la validación, para realizar dicha encuesta fue necesario elaborar un cuestionario adaptado a las condiciones de los expertos. En la elaboración de las preguntas se tuvo en cuenta varios aspectos:

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

1. Demostrar que las actividades de aseguramiento de la calidad que se proponen en el modelo son necesarias y suficientes para cumplir con los objetivos establecidos (Pregunta 1-a de la encuesta 2).
2. Demostrar que los flujos de actividades por disciplinas, roles y artefactos propuestos son necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos trazados (Pregunta 1-b, 1-c y 1-d respectivamente de la encuesta 2).
3. Demostrar que las herramientas y tecnologías propuestas en el modelo son necesarias y suficientes para cumplir con los objetivos (Pregunta 1-e y 1-f respectivamente de la encuesta 2).
4. Conocer las actividades fundamentales en un proceso de aseguramiento de la calidad, su evaluación y si faltó alguna de esas actividades en el modelo propuesto. (Pregunta 1 y 2, respectivamente, de la encuesta 3).
5. Conocer la importancia de los elementos propuestos en el modelo (Pregunta 3 de la encuesta 3).
6. Conocer si el modelo propuesto es efectivo en una metodología de desarrollo bajo una iniciativa SOA (Pregunta 4 de la encuesta 3).
7. Conocer la opinión de los expertos en relación al modelo propuesto (Pregunta 5 de la encuesta 3).

La encuesta 3 se elaboró de tal forma que las respuestas fueran categorizadas en: Muy adecuado (C1), Bastante adecuado (C2), Adecuado (C3), Poco adecuado (C4) y No adecuado (C5). La misma cuenta con una pregunta y un total de 6 incisos, para acceder a la encuesta ([Ver Anexo 4](#)). En cambio, la encuesta 2 se creó con el objetivo de comparar las respuestas y criterios de los expertos con los elementos que se corresponden al modelo propuesto ([Ver Anexo 5](#)).

3.2.3. Desarrollo práctico y explotación de resultados

Los expertos que conformaron el grupo seleccionado recibieron un resumen de la propuesta del modelo como documentación primaria para dar respuesta a las preguntas de la encuesta 2 y 3. Las encuestas y el resumen fueron enviados por vía e-mail; se dio una explicación del escenario práctico en el desarrollo de la encuesta (total garantía de anonimato). Además, se realizó una sola ronda de preguntas y luego se prosiguió al análisis de los resultados. Los cuestionarios fueron procesados según Colunga y Amayuela

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

para llegar a conclusiones objetivas acerca de la propuesta. Se utilizó el Microsoft Excel 2007 con el objetivo de recoger y visualizar los resultados aportados; además de facilitar los cálculos realizados durante la aplicación de Delphi. Los resultados recogidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.3 Frecuencias Absolutas

Elementos	C1	C2	C3	C4	C5	Total
P1-a	5	5	0	0	0	10
P1-b	6	4	0	0	0	10
P1-c	6	4	0	0	0	10
P1-d	6	4	0	0	0	10
P1-e	6	3	1	0	0	10
P1-f	6	3	1	0	0	10
Total de Aspectos a validar:	35	23	2	0	0	

Al recopilar los datos, para obtener los resultados finales, se procedió a los siguientes pasos:

Primer paso: se obtuvo la tabla de frecuencias acumuladas; donde cada número en la fila, excepto el primero, es resultado de la suma con el anterior. En dicha tabla desaparece la última columna de la tabla 3.3.

Tabla 3.4 Frecuencias Acumuladas

Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
P1-a	5	10	10	10	10
P1-b	6	10	10	10	10
P1-c	6	10	10	10	10
P1-d	6	10	10	10	10
P1-e	6	9	10	10	10
P1-f	6	9	10	10	10

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Segundo paso: la tabla anterior se copió y se le borró los resultados numéricos, con el objetivo de obtener la tabla de frecuencias relativas acumuladas; donde sus datos se alcanzaron de la división de cada uno de los números de la tabla 3.3 por el número total de expertos (en este caso 10).

Tabla 3.5 Frecuencias Relativas Acumuladas

Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
P1-a	0,5	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
P1-b	0,6	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
P1-c	0,6	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
P1-d	0,6	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
P1-e	0,6	0,9	0.9999	0.9999	0.9999
P1-f	0,6	0,9	0.9999	0.9999	0.9999

Tercer paso: se buscaron las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (Dist. Normal. Standard Inv.). A dicha tabla se le adicionó tres columnas y una fila para colocar los resultados que se mencionan a continuación.

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

Para hallar N, se dividió la suma de las sumas entre 24 (el resultado de multiplicar el número de indicadores (4) por el número de preguntas (6)). El valor N-P dio el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto. En la siguiente tabla se resume lo dicho en los puntos anteriores:

Tabla 3.6 Puntos de Corte

							N=	2,66		
Nº	Aspectos	C1	C2	C3	C4	Suma	P	N-P		
1	P1-a	0,00	3,72	3,72	3,72	11,31	0,00	0,00	Muy adecuado	
2	P1-b	0,25	3,72	3,72	3,72	11,59	0,25	-0,25	Muy adecuado	
3	P1-c	0,25	3,72	3,72	3,72	11,59	0,25	-0,25	Muy adecuado	
4	P1-d	0,25	3,72	3,72	3,72	11,59	0,25	-0,25	Muy adecuado	
5	P1-e	0,25	1,79	3,72	3,72	9,09	0,77	-0,77	Muy adecuado	
6	P1-f	0,25	1,79	3,72	3,72	9,09	0,77	-0,77	Muy adecuado	
Suma		1,27	18,35	22,32	22,32	64,26				
Puntos de corte		0,21	1,28	3,72	3,72					

Los puntos de corte son los que permiten determinar la categoría o grado de adecuación de cada paso del modelo según la opinión de los expertos consultados. Se procede de la siguiente forma:

Tabla 3.7 Grados de Adecuación

Muy adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
0,21	1,28	3,72	3,72	

3.2.4. Resultados obtenidos de la encuesta para la selección de los expertos

Participaron un total de 10 expertos en la selección de criterios para medir competencias, de ellos el 60% del total de expertos son Ingenieros en Ciencias Informáticas y el 40% son Máster en Ciencias. Todos los están vinculados al desarrollo de software y temas relacionados con la investigación.

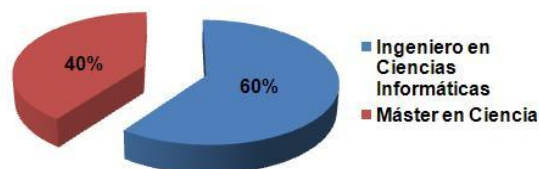


Fig. 3.1 Representación de expertos por especialidad

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

En la selección de los expertos solo aquellos que tenían un coeficiente de competencia medio y alto fueron los escogidos, los resultados se muestran en la figura 3.2, donde se evidencia que el 27,27% de los expertos tienen un nivel de competencia Alto, el 63,63% Medio y solo el 9,09% Bajo. Los datos demuestran que más del 90% de los expertos poseen el conocimiento necesario para la validación del modelo propuesto.

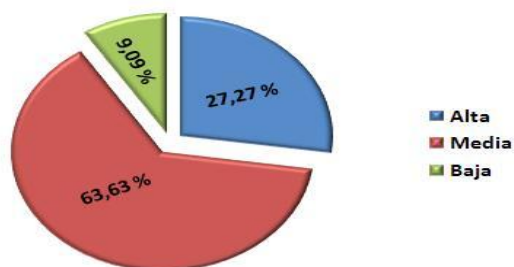


Fig. 3.2 Coeficiente de Competencia de los expertos

3.2.5. Resultados obtenidos de la encuesta para la validación del modelo

El resultado cuantitativo que se arrojó del análisis de las respuestas a la encuesta 2 de validación a los expertos se puede observar en la figura 3.3, donde se muestra el nivel de adecuación de la pregunta 1 con sus respectivos incisos y la cantidad de expertos que clasificaron los mismos.

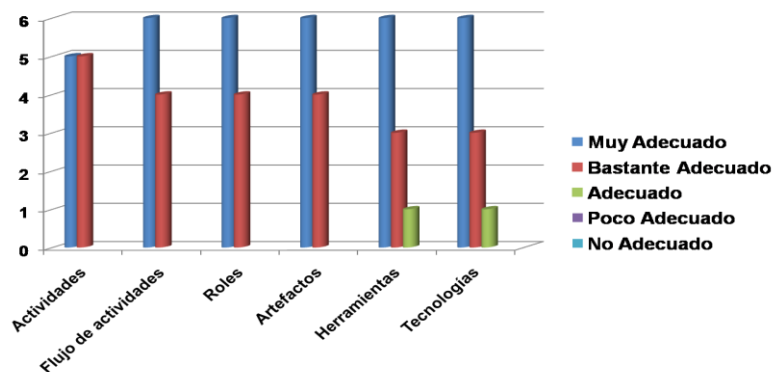


Fig. 3.3 Nivel de adecuación de la pregunta de la encuesta 2

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Los resultados, de la encuesta 2, analizados arrojaron lo siguiente: se obtuvo un 58,3% en las preguntas catalogadas de Muy adecuadas, un 38,3% en las de Bastante adecuadas y solo el 3,3% de Adecuadas, como se evidencia en el siguiente gráfico.

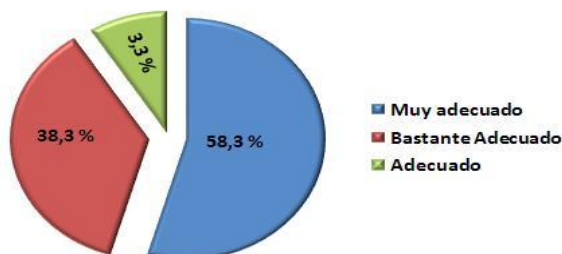


Fig. 3.4 Nivel de adecuación de la pregunta 1 (a-f) de la encuesta

En la encuesta 3 ([Ver Anexo 5](#)) se procedió de forma comparativa, se tuvo en cuenta el conocimiento de cada experto, su evaluación en cada uno de los elementos del modelo y su criterio acerca de la propuesta. En la pregunta 1 de esa encuesta cada experto señaló las actividades, que en su consideración, deben estar presentes en un proceso de aseguramiento de la calidad; de ellas se consideraron aquellas en la que coincidió el 50% de los expertos o más, en el gráfico siguiente se muestra el resultado.

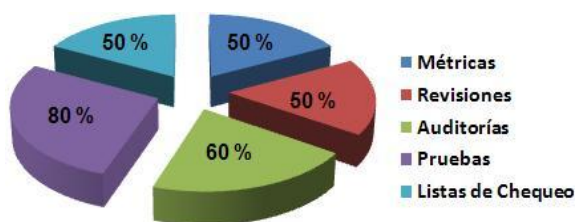


Fig. 3.5 Actividades fundamentales según expertos

Las actividades, que según los expertos, son importantes para cualquier proceso de aseguramiento de la calidad se compararon con las de la propuesta y sin excepción alguna todas están incluidas en el modelo. Los expertos, en la pregunta 2 de la encuesta 2, evaluaron (de 0 a 10) las actividades que en su opinión no deben faltar en un proceso de aseguramiento de la calidad, y se arrojó el siguiente resultado.

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

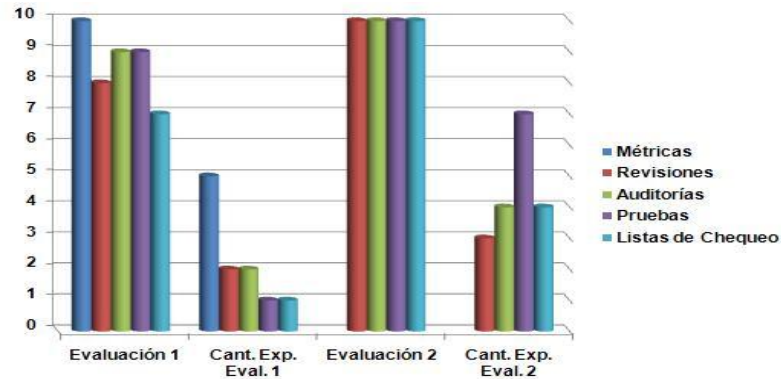


Fig. 3.6 Evaluación y cantidad de expertos por actividad

En la pregunta 3 de la encuesta 2 los expertos evalúan (de 0 a 10) varios criterios que se proponen en el modelo y del análisis resultó el siguiente gráfico:

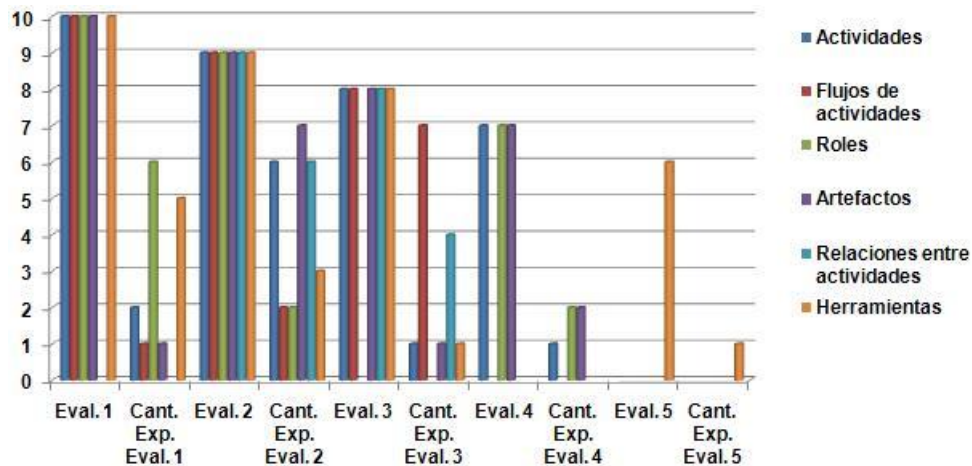


Fig. 3.7 Evaluación, por expertos, de varios criterios del modelo propuesto

En la pregunta 4 de la encuesta 2 los expertos, en su consideración, responden afirmativa o negativamente si consideran que el modelo propuesto puede ser efectivo en la implantación de una metodología de desarrollo bajo una iniciativa SOA. El resultado de esta pregunta fue del 100% de aceptación por todos los expertos, sin excepciones, como se representa a continuación:

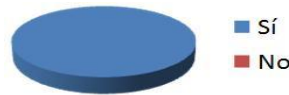


Fig. 3.8 Aceptación, por los expertos, del modelo propuesto

Por último, en la pregunta 5 de la encuesta 2 cada experto tuvo la oportunidad de hacer su comentario acerca del modelo que se propone. Al experto que por una causa u otra dejase en blanco esta pregunta, se le consideró que estaba en total acuerdo con la propuesta; al que respondió, se le tomó en consideración su opinión y, en algunos casos, sugerencias. El resultado arrojado en esta pregunta opcional, fue el siguiente:

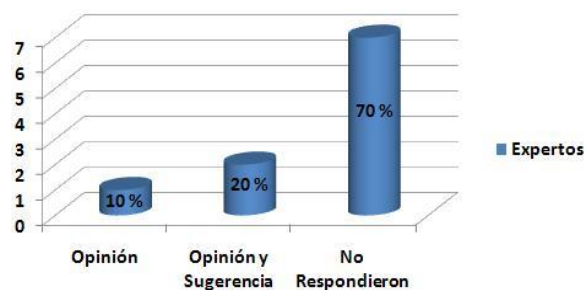


Fig. 3.9 Valoración del modelo

En relación a los temas abordados en los cuestionarios de validación los expertos emitieron algunos comentarios y/o sugerencias, ellos son:

- El modelo está bastante completo, se tuvo en cuenta todos los elementos necesarios para asegurar la calidad.
- Se recomienda actualizar el proceso de forma paralela a la evolución de las herramientas propuestas y la metodología SOA.
- El modelo está bien definido y presenta una secuencia lógica; sus elementos están bien definidos.
- Las actividades están bien enfocadas a la metodología de desarrollo.

3.3. Resultados obtenidos de la validación parcial del modelo en el CIM

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

A razón de la imposibilidad de aplicar el modelo propuesto en el CDAE, debido al tiempo de ejecución de la metodología del mismo, se propuso validar una parte del modelo en el CIM. Considerando que el proyecto está en su fase inicial y que los artefactos que se han generado son documentos y plantillas, se probó aplicando listas de chequeos, las mismas fueron diseñadas en correspondencia a las características generales de cada uno de esos artefactos ([Ver documentos adjuntos a la tesis](#)). De la fase de Planeación se probaron 4 artefactos y de la fase de Arquitectura 32, para un total de 36; el resto de los artefactos, pertenecientes a esas fases, no se probaron debido a que aun no se han terminado o sencillamente no se han comenzado. Se diseñaron 7 listas de chequeos para las pruebas de la documentación. Se detectó un total de 213 No Conformidades, de ellas 73 son no significativas, representando un 34,27% aproximadamente y el resto son significativas, representando un 67,13% aproximadamente; como se evidencia en la figura 3.10. Las No Conformidades fueron registradas en la Plantilla de No Conformidades ([Ver documentos adjuntos a la tesis](#)).

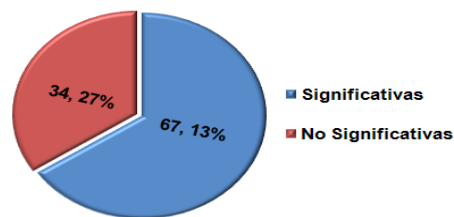


Fig. 3.10 No Conformidades Detectadas

3.4. Conclusiones del capítulo

Los resultados obtenidos, después de la aplicación del método Delphi y del análisis de los cuestionarios aplicados a los 10 expertos seleccionados, se pueden catalogar como satisfactorios. Todas las preguntas realizadas en el cuestionario 2 fueron categorizadas de Muy adecuadas, Bastante adecuadas y Adecuadas por el 100% de los expertos. Todos los expertos consideraron en que puede ser efectiva la aplicación del modelo propuesto. Los resultados arrojados, una vez aplicado parcialmente el modelo, demuestran que el mismo se rige a la mejora continua y a la calidad total. En relación a las opiniones, se puede concluir que la propuesta fue validada por la totalidad de los expertos seleccionados.

CONCLUSIONES

- Se realizó un análisis de las definiciones, técnicas, métodos y herramientas de aseguramiento de la calidad; y de la arquitectura orientada a servicios.
- Se definió un Modelo de Aseguramiento de la Calidad para el desarrollo de proyectos bajo una iniciativa SOA teniendo en cuenta: roles, actividades, herramientas y artefactos.
- Se validó el Modelo propuesto mediante el método Delphi. Los expertos seleccionados coinciden en que el modelo resultó ser apropiado para el proceso de aseguramiento de la calidad en proyectos que implementen una iniciativa SOA; más del 95% de los elementos del modelo fueron catalogados como Bastante adecuado y Muy adecuado; y el 100% de los expertos consideran que el modelo puede ser efectivo.

RECOMENDACIONES

- Aplicar el Modelo de Aseguramiento de la Calidad propuesto en proyectos que utilicen una Arquitectura Orientada a Servicios.
- Utilizar el modelo propuesto en otras empresas o instituciones que se rijan por una línea SOA.
- Continuar el estudio de las posibles pruebas a aplicar: las de gobierno, las de seguridad y otras.
- Continuar el estudio de otras herramientas que pueden ser usadas para agilizar y facilitar el proceso de aseguramiento de la calidad en proyectos que ejecuten una metodología SOA.
- Actualizar el modelo en relación a la evolución de los elementos que lo conforman.
- Capacitar al equipo de calidad sobre los aspectos tratados en la propuesta para que se pueda regir por los elementos del modelo y lograr el cumplimiento efectivo de la calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Real Academia Española. [En línea] [Citado el: 6 de octubre de 2009.] <http://buscon.rae.es/draeI/>.
- [2]. *Calidad del Software. Ingeniería de Software I.* s.l.: Universidad Rey Juan Carlos.
- [3]. **Ilzarbe, Laura.** *Introducción a la gestión de la calidad.*
- [4]. *Calidad, Concepto y Evolución.*
- [5]. *Administración de Proyectos Informáticos. Tema 5 (I). Gestión de la Calidad.*
- [6]. **Navarro, Omar Zárate.** *Proceso Personal del Software (PSP). Análisis y Diseño Sistemas I.* s.l.: Universidad Tecnológica de Jalisco.
- [7]. **Zázquez, Roberto Hugo.** *Introducción a la Calidad del Software.* s.l.: Grupo Liredad. UTM/FRM.
- [8]. *Planificación de Proyectos Informáticos. Cuarto Tema: Calidad de Software.* s.l.: Escuela Superior de Informática.
- [9]. *Principios de la Gestión de la Calidad.*
- [10]. **Dale, B.G., Borden, R.J y Lascelles, D.M.** *Evolución de la Gestión de la Calidad.* s.l. : Managing Quality, 2nd edition, Pretince Hall, Hertfordshire, 1994.
- [11]. **Quintana, Darcy Javier Noriega.** *Calidad del Software.*
- [12]. *Control y procesos de calidad.* 2008. FUOC.
- [13]. **Barca, R.G.** *Las Normas ISO 9000.* 2000.
- [14]. **Sotés, Roberto Félix Zamuriano.** *Las Inspecciones de Software y las Listas de Comprobación.*
- [15]. **Hernández, Ludisley la Torre.** *Propuesta de métrica de perfeccionamiento de gestión de la calidad.* Habana, Cuba. : s.n.
- [16]. **Giraldo, Otoniel Perez.** *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos.* Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- [17]. IEEE. [En línea] 2010. [Citado el: 15 de enero de 2010.] <http://www.ieee.org/portal/site...>
- [18]. *Introduction to Quality of Service (QoS).* North America: Nortel Networks, 2003. 1-88-GSA-NTEL.
- [19]. *SOA: Retos y Trabajo Actual en el CECTIS. Estado actual de SOA en el mundo. Escenarios típicos y enfoques más aceptados.* 2009.
- [20]. iProfesional.com. [En línea] 16 de mayo de 2007. [Citado el: 25 de enero de 2010.] <http://www.iprofesional.com/notas/46399-Que-es-SOA-la-arquitectura-orientada-a-servicios.html>.
- [21]. **Naranjo, Mauricio.** *Lineamientos para adopción de arquitectura orientada a servicios para las empresas.* Bogotá: Bogotá D.C., 2007.
- [22]. **Martínez, Marcela.** *Modelo de Madurez en Arquitectura Orientada a Servicios (SOA).* s.l.: Servicios Profesionales.
- [23]. **Ávila, Rolando Rodríguez Andrés y Lourdes García.** *La Gestión de los Procesos de Negocio en las Empresas de Telecomunicaciones.* Cuba: Santa Clara, 2008.

BIBLIOGRAFÍA

- ISO 9001 - Norma de Calidad. Gestión de la Calidad o Excelencia. Consultado: martes 13/10/09. Sitio Web, url: http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_gestion_calidad.html
2. ACIMED 2002; 10(1):45-53. Aplicación de los principios de la gestión de la calidad total en el Equipo de Servicios de Traductores e Intérpretes. Haymee Santos Valdés. Consultado: martes 13/10/09. Sitio Web, URL: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol10_1_02/aci05102.htm
 3. Consultado: miércoles 21/10/09. Sitio Web, url: <http://esfinge83.wordpress.com/2009/05/27/comentario-sobre-tqm-gestion-de-calidad-total/>
 4. Capítulo 2: Modelos y Estándares de Calidad del Software. García Moreno. Universidad de las Américas 2001. Consultado: viernes 33/10/09.
 5. Control y procesos de calidad. Versión: 0.2. Proyecto Suma. Consultado: lunes 26/10/09.
 6. Las Normas ISO 9000. Activo en: <http://normas-iso-9000.blogspot.com/2007/12/indice-de-articulos-de-iso-9000-y.html>. Consultado: jueves 29/10/09.
 7. Tema 5 (I) Gestión de la Calidad. Administración de Proyectos Informáticos. Consultado: viernes 31/10/09.
 8. Fundamentos de Ingeniería del Software. Juan Antonio López Quesada. Tema 8. Gestión de Calidad. Departamento de Informática y Sistemas. Facultad de Informática. Consultado: martes 3/11/09.
 9. Propuesta de métrica de perfeccionamiento de gestión de la calidad en el proceso de desarrollo de Software. Ludisley la Torre Hernández. Consultado: miércoles 4/11/09.
 10. Calidad del software. Ingeniería del Software I. Universidad Rey Juan Carlos. Consultado: jueves 5/11/09.
 11. Sitio Web: Gestión de la Calidad ISO 9001. Héctor Fernández Pereda. Activo en: http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_indice.html Consultado: lunes 9/11/09.
 12. Conceptos generales de calidad total. Activo en: <http://www.monografias.com/trabajos11/conge/conge.shtml> Consultado: Miércoles: 11/11/09.
 13. Calidad, concepto y evolución hacia la gestión de la calidad. Activo en: <http://www.google.com.cu/search?hl=es&source=hp&q=calidad+seg%C3%BAn+garvin&meta=&aq=o&oq=> Consultado: viernes 13/11/09.
 14. ¿Cómo se hace un Plan de Control de Calidad? Artículos de gestión. Fecha de publicación: 10/10/05. Consultado: lunes 16/11/09.
 15. Calidad en el servicio. Activo en: <http://www.gestiopolis.com/canales5/emp/pymecommx/35.htm> Consultado: miércoles 18/11/09.
 16. Pruebas de software. Técnicas de prueba del software. Estrategias de prueba del software. Manuel Collado. Publicado: Marzo 2003. Consultado: jueves 19/11/09.

17. *La norma IEEE 1058.1: Plan para la Gestión de Proyectos Software*. Ismael Caballero Muñoz y Francisco Ruiz González. Publicado: Mayo de 1999. Consultado: martes 24/11/09.
18. *Modelo de Madurez en Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)*. Marcela Martínez. Servicios Profesionales. Consultado: viernes 27/11/09.
19. Sitio Web: *Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)*. Publicado por: Antonio Barco, Fecha: martes, mayo 09, 2006. URL: <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/05/elementos-esenciales-de-una.html> Consultado: martes 1/12/09.
20. *Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)*. Billy Reynoso. Universidad de Buenos Aires. Activo en: <http://74.125.93.132/search?q=cache:6xFm5l4HxEJ:download.microsoft.com/download/4/F/F/4F88340-43CC-4C5B-8E50-09002969D0DD/20051129-ARC-BA.ppt+arquitectura+orientada+a+servicios&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=cu> Consultado: jueves 3/12/09.
21. *Cómo reformular la Arquitectura Corporativa para alcanzar el alto rendimiento. Un estudio publicado por el Centro de Alto Rendimiento de Accenture (CAR)*. Activo en: <http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/4EDB1C67-F737-4FCD-B6DA-E14E665F1E0F/0/SOA.pdf> Consultado: sábado 5/12/09.
22. *Arquitectura Orientada a Servicios*. Miguel Campos. Microsoft Services. Consultado: martes 8/12/09.
23. *Introduction to Quality of Service (QoS)*. Consultado: viernes 11/12/09.
24. *Lineamientos para adopción de Arquitectura Orientada a Servicios para las empresas*. Mauricio Naranjo Publicado: agosto – 2007 – Bogotá D.C. Consultado: lunes 14/12/09.
25. *Arquitectura de software. Arquitectura orientada a servicios*. Yanet Espinal Martín. Universidad de las Ciencias Informáticas. Consultado: miércoles 16/12/09.
26. Sitio Web: *udistral. Grupo ARQUISOFT - Johanna Rojas - Emilio Barrios – 2007*. Activo en: <http://www.udistral.edu.co/comunidad/grupos/arquisoft/fileadmin/Estudiantes/Pruebas/HTML%20-%20Pruebas%20de%20software/node70.html> Consultado: martes 12/1/2010.
27. *Herramientas para pruebas unitarias*. Consultado: jueves 14/1/2010.
28. Sitio web: *SimpleTest*. Activo en: <http://www.simpletest.org> Consultado: lunes 18/1/2010.
29. *Herramientas open source para testing de aplicaciones Web. Evaluación y usos*. F. Javier Díaz, Claudia M. Banchoff Tzancoff, Anahí S. Rodríguez, Valeria Soria. Consultado: miércoles 20/1/2010.
30. Sitio Web: *PHPUnit*. Sebastian Bergmann. Unit is Copyright (C) 2002 – 2009. Activo en: <http://www.phpunit.de/> Consultado: viernes 22/1/09.
31. Sitio Web: *DosIdeas*. Activo en: <http://www.dosideas.com/wiki/SoapUI> Consultado: lunes 25/1/2010.
32. Sitio Web: *SoaPui*. Activo en: <http://www.soapui.org/> Consultado: miércoles 27/1/2010.
33. *SoapUI: Manual de instalación en cliente*. Ander Martínez. Consultado: viernes 29/1/2010.

34. **Prado, Elena Raja.** *Casi todas las pruebas del software. Actas de Talleres de Ingeniería del Software y Bases de Datos, Vol. 1, No. 4, 2007.* s.l. : Quality Assurance & Regulatory Affairs, NTE S.A, 2007.
35. **Muñoz-Reja, Ismael Caballero.** *La norma IEEE 1058.1: Plan para la Gestión de Proyectos Software.* 1999.
36. **Collado, Manuel.** *Técnicas de prueba del software. Estrategia de pruebas de software.* 2003.
37. **Martínez, Ander.** *NUnit v2.2.7.* s.l. : EJE S.A. 01080 Vitoria-Gasteiz.
38. **Tello, Adolfo Lozano.** *MÉTRICA DE IDONEIDAD DE ONTOLOGÍAS.* s.l. : Escuela Politécnica de Cáceres, 2002.
39. **Rodríguez, Yadiel Ramos.** *Sistema de apoyo a la investigación criminalística para el Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y Criminalísticas de Venezuela.* Habana : s.n., 2009.
40. **Silva, Lisy Yera Muñoz y Carmen Rosa García.** *Métricas para Evaluar la Calidad en los Proyectos del.* Habana : s.n., 2009.
41. **Torres, Elizabeth Ochoa Luis y Ramón Rivero.** *PROPUESTA DE UN MODELO DE PRUEBA PARA UNA ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS.* La Habana : s.n., 2009.
42. **Esquijarosa, Giselle Ortega Hernández y Dariel Chirino.** *Propuesta de modelo para la gestión de la gobernabilidad durante la fase de diseño en un proyecto BPM/SOA.* La Habana : s.n., 2009.
43. **Brey, Natacha González Fernández y Susana María Ramírez.** *Propuesta de Modelo para la Gestión de la gobernabilidad en tiempo de ejecución para una Arquitectura BPM/SOA.* La Habana : s.n., 2008.
44. **Llerena, José Alberto Méndez Torres y Dariel Núñez.** *Propuesta de Modelo para la Gestión de Servicios en Arquitecturas Orientadas a Servicios.* La Habana : s.n., 2009.
45. **Hernández, Nicanor Aniorde.** LA TÉCNICA DELPHI. [En línea] Fundación Salud en la Red, 20 de noviembre de 2008. [Citado el: 15 de abril de 2010.] http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/apunt_gest_serv_sanit_4.htm . Copyright © 2001 N. ANIORTE.
46. Real Academia Española. [En línea] [Citado el: 6 de octubre de 2009.] <http://buscon.rae.es/draeI/>.
47. *Calidad del Software. Ingeniería de Software I.* s.l.: Universidad Rey Juan Carlos.
48. **Ilzarbe, Laura.** *Introducción a la gestión de la calidad.*
49. *Calidad, Concepto y Evolución.*
50. *Administración de Proyectos Informáticos. Tema 5 (I). Gestión de la Calidad.*
51. **Navarro, Omar Zárate.** *Proceso Personal del Software (PSP). Análisis y Diseño Sistemas I.* s.l.: Universidad Tecnológica de Jalisco.
52. **Záquez, Roberto Hugo.** *Introducción a la Calidad del Software.* s.l.: Grupo Liredad. UTM/FRM.
53. *Planificación de Proyectos Informáticos. Cuarto Tema: Calidad de Software.* s.l.: Escuela Superior de Informática.
54. *Principios de la Gestión de la Calidad.*
55. **Dale, B.G., Borden, R.J y Lascelles, D.M.** *Evolución de la Gestión de la Calidad.* s.l.: Managing Quality, 2nd edition, Prentice Hall, Hertfordshire, 1994.
56. **Quintana, Darcy Javier Noriega.** *Calidad del Software.*

57. *Control y procesos de calidad*. 2008. FUOC.
58. **Barca, R.G.** *Las Normas ISO 9000*. 2000.
59. **Sotés, Roberto Félix Zamuriano.** *Las Inspecciones de Software y las Listas de Comprobación*.
60. **Hernández, Ludisley la Torre.** *Propuesta de métrica de perfeccionamiento de gestión de la calidad*. Habana, Cuba. : s.n.
61. **Giraldo, Otoniel Perez.** *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
62. IEEE. [En línea] 2010. [Citado el: 15 de enero de 2010.] <http://www.ieee.org/portal/site...>
63. *Introduction to Quality of Service (QoS)*. North America: Nortel Networks, 2003. 1-88-GSA-NTEL.
64. *SOA: Retos y Trabajo Actual en el CECTIS. Estado actual de SOA en el mundo. Escenarios típicos y enfoques más aceptados*. 2009.
65. iProfesional.com. [En línea] 16 de mayo de 2007. [Citado el: 25 de enero de 2010.]
66. <http://www.iprofesional.com/notas/46399-Que-es-SOA-la-arquitectura-orientada-a-servicios.html>.
67. **Naranjo, Mauricio.** *Lineamientos para adopción de arquitectura orientada a servicios para las empresas*. Bogotá: Bogotá D.C., 2007.
68. **Martínez, Marcela.** *Modelo de Madurez en Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)*. s.l.: Servicios Profesionales.
69. **Ávila, Rolando Rodríguez Andrés y Lourdes García.** *La Gestión de los Procesos de Negocio en las Empresas de Telecomunicaciones*. Cuba: Santa Clara, 2008.
70. **Hartikainen, Mikko.** *Evaluation of available BPMN tool*. s.l. : TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Department of Information Technology.
71. **Rickmansworth.** *Business Process Modeling Notation*. Bogotá. Colombia : s.n.