

# Universidad de las Ciencias Informáticas



## **Título: Estrategia para estructurar las evaluaciones de un laboratorio de pruebas de software desde la perspectiva de la acreditación**

Tesis en opción al título de  
Máster en Calidad de Software

Autora:

Ing. Yanet Brito Riverol

Tutores:

MSc. Tayché Capote García

Dr. Juan Pedro Febles Rodríguez

La Habana, junio de 2014

Año 56 de la Revolución

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy la única autora del presente trabajo. Autorizo al Centro Nacional de Calidad de Software (CALISOFT) y a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

---

Ing. Yanet Brito Riverol

Autora

---

MSc. Tayché Capote García

Tutora

---

Dr. Juan Pedro Febles Rodríguez

Tutor

*Dedicatoria*

*A mi mami*  
*por su esfuerzo incansable y paciencia infinita en darme lo mejor de ella: educación,*  
*experiencias, regaños y sobre todo, un amor incondicional.*

*A mi abu*  
*por sus consentimientos y mimos, por no dejar escapar un detalle*  
*en mi vida con dulzura y amor.*

*A mi hermano,*  
*esa voz pequeña con alma de hermano mayor.*

*A mi novio,*  
*el mayor de los críticos e incondicional colaborador,*  
*por su paciencia y confianza en el fin.*

### *Agradecimientos*

Al profe Febles, por admitir una maestrante más de gratis, por sus valiosísimos aportes y tener siempre un *SI* a las reiteradas consultas.

A Tay, por su ayuda y colaboración desde el arranque del proyecto, por cada uno de sus comentarios, sugerencias y valiosas ideas en la investigación.

Al profe Santos, por acoger desde el comienzo la investigación como suya y colaborar en ella.

A la nena, por su apoyo incondicional de multitareas durante toda la investigación y elaboración del documento, por recordarme que tenía que terminar.

A la negra y Pepe, por su ejemplo de maestrantes y darme confianza en el fin.

A los chicos de los ensayos, por no odiarme ante tanto trabajo y responder siempre que les pedí su colaboración y tiempo.

A mis amigas de siempre Ari y Yeney, por ser sencillamente eso, grandes amigas y siempre alentarme a terminar.

A todos los que en algún momento preguntaron ¿cómo va la tesis?...

### RESUMEN

El desarrollo de software es una actividad que posee un impacto directo en todos los ámbitos de la sociedad moderna, de ahí que, la calidad del software sea un factor crítico para la aplicación y puesta en marcha de cualquier producto software. El Centro Nacional de Calidad de Software (CALISOFT) cuenta con un Laboratorio Industrial de Pruebas de Software (LIPS), encargado de realizar evaluaciones a los productos software, según normas y modelos de calidad. Teniendo demostrada la necesidad del servicio de tercero confiable en la evaluación de la conformidad que brinda el LIPS, y su factibilidad para ejercer funciones de certificación de dichos productos, lo cual se logra por medio del proceso de acreditación, es imprescindible que el LIPS inicie las actividades que sean necesarias para optar por la acreditación. En la presente investigación se define una estrategia para estructurar las evaluaciones que se realizan en el LIPS desde la perspectiva de la acreditación, basada en la norma cubana NC-ISO/IEC 17025:2006. Se presentan las etapas definidas para la misma, las actividades que la integran y los artefactos generados como resultado de dichas actividades. Se establecen un conjunto de herramientas a utilizar para su ejecución, entre ellas el documento: “Guía de requisitos complementarios” y se muestran los resultados de su implementación en el laboratorio. Con la implantación de la estrategia se alcanzó una mayor eficiencia durante la realización de los servicios de ensayos en el LIPS, dado por la disminución del tiempo de ejecución de los servicios y el aumento de la calidad y efectividad de los mismos.

**Palabras claves:** pruebas de software, acreditación, certificación, estrategia.

ÍNDICE

**INTRODUCCIÓN ..... 1**

**CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE.....11**

1.1. PROCESOS ..... 11

1.2. PRINCIPALES NORMAS ISO..... 12

    1.2.1 NC ISO/IEC 9126-1: 2003 ..... 13

    1.2.2 ISO/IEC 17025:2006 ..... 14

1.3. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ..... 16

1.4. REPOSITORIO DE DATOS ..... 18

1.5. ANÁLISIS DE LA ACREDITACIÓN ..... 19

1.6. EVALUACIÓN DE PRODUCTOS SOFTWARE ..... 28

CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO:..... 32

**CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN .....33**

2.1 DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN ..... 33

2.2 FASES DE LA ESTRATEGIA ..... 36

    2.2.1 Fase de Inicio ..... 36

    2.2.2 Fase de Diseño ..... 40

    2.2.3 Fase de Implementación ..... 43

    2.2.4 Fase de Evaluación..... 46

2.3 HERRAMIENTAS DE APOYO A LA ACREDITACIÓN ..... 48

    2.3.1 Documento Guía de requisitos complementarios..... 48

    2.3.2 Repositorio de datos ..... 50

    2.3.3 Sistema de Indicadores ..... 53

CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO ..... 54

**CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA .....55**

3.1 DIAGNÓSTICO DEL LABORATORIO ..... 55

3.2 AUDITORÍAS..... 58

3.3 VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA..... 60

    3.3.1. Entrevista a profundidad ..... 61

    3.3.2. Aplicación de la Técnica de IADOV ..... 63

    3.3.3. Cuasi experimento para validar el comportamiento de la variable eficiencia ..... 66

        3.3.3.1. Calidad de las pruebas..... 67

        3.3.3.2. Efectividad del servicio de evaluación a productos..... 71

        3.3.3.3. Tiempo de ejecución ..... 73

3.4 TRIANGULACIÓN DE RESULTADOS ..... 74

CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO ..... 76

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....77**

CONCLUSIONES..... 77

RECOMENDACIONES ..... 77

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....78**

**ANEXOS .....83**

**GLOSARIO DE TÉRMINOS .....110**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de pruebas de software según características de calidad de la ISO/IEC 9126 (Fuente elaboración propia).....	14
Figura 2: Mapa conceptual relacionada a la acreditación. (Fuente: Elaboración propia).....	21
Figura 3: Entorno del LIPS para la acreditación/certificación (Fuente: Elaboración propia). ....	31
Figura 4: Aspectos que conforman la estrategia de acreditación (Fuente: Elaboración propia). ....	35
Figura 5: Fases propuestas como estrategia de acreditación (Fuente: Elaboración propia). ....	36
Figura 6: Representación gráfica de la Fase de Inicio (Fuente: Elaboración propia).....	37
Figura 7: Representación gráfica de la Fase de Diseño (Fuente: Elaboración propia). ....	40
Figura 8. Representación gráfica de la Fase de Implementación (Fuente: Elaboración propia). ....	44
Figura 9. Representación gráfica de la Fase de Evaluación. (Fuente: Elaboración propia). ....	46
Figura 10. Pirámide Documental del SGC. (Fuente: Elaboración propia). ....	51
Figura 11. Estructura en carpetas del repositorio del SGC. (Fuente:(elaboración propia). ....	53
Figura 12. Número de requisitos según estado de cumplimiento. (Fuente: Elaboración propia). ....	57
Figura 13. Nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma. (Fuente: Elaboración propia).....	58
Figura 14. Análisis comparativo entre resultados del diagnóstico y auditoría (Fuente: Elaboración propia). ....	59
Figura 15. Análisis comparativo entre resultados de las auditorías (Fuente: Elaboración propia).....	60
Figura 16. Estrategia de validación (Fuente: Elaboración propia). ....	60
Figura 17. Cuadro Lógico de ladov (Modificado por la autora).....	64
Figura 18. Resultados de la aplicación de la técnica de ladov y valor del índice de satisfacción grupal (ISG) (Fuente: Elaboración propia). ....	65
Figura 19. Estructura en el repositorio de un servicio de evaluación (Fuente: Elaboración propia). ...	68
Figura 20. Estructura en el repositorio de un expediente de ensayo (Fuente: Elaboración propia)....	69
Figura 21. Número de servicios en ejecución por meses (Fuente: Elaboración propia). ....	73
Figura 22: Flujo de trabajo de acreditación (Fuente: Elaboración propia). ....	84
Figura 23: Mapa de procesos del laboratorio (Fuente: Elaboración propia).....	98
Figura 24: Variables intervinientes en el cuasi experimento (Fuente: Elaboración propia).....	99
Figura 25: Representación gráfica de la etapa: Inicio y Planificación (Fuente: (CINTRA, 2013)) .....	104
Figura 26: Representación gráfica de la etapa: Diseño (Fuente: (CINTRA, 2013)). ....	105
Figura 27: Representación gráfica de la etapa: Ejecución. (Fuente: (CINTRA, 2013)).....	105
Figura 28: Representación gráfica de la etapa: Evaluación y cierre. (Fuente: (CINTRA, 2013)).....	106

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación de organismos de acreditación (Fuente: Elaboración propia). .....	23
Tabla 2: Número de organizaciones acreditadas por A2LA según programa adicional (A2LA2, 2012). .....	26
Tabla 3: Estado de cumplimiento de los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 (Fuente: Elaboración propia). .....	37
Tabla 4: Valores de cumplimiento de cada requisito (Fuente: Elaboración propia). .....	38
Tabla 5: Actividades y artefactos de la fase de Inicio (Fuente: Elaboración propia). .....	40
Tabla 6: Actividades y artefactos de la fase de Evaluación (Fuente: Elaboración propia). .....	48
Tabla 7: Análisis del número de inconsistencias en un expediente de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia). .....	70
Tabla 8: Efectividad del servicio de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia).....	72
Tabla 9: Análisis del tiempo de ejecución de un servicio de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia). .....	74
Tabla 10: CHAOS Reports-Standish Group. Industria del Software - Evaluación de proyectos (STANDISH GROUP, 2013).....	83
Tabla 11: Indicadores y sub-indicadores asociados a la variable eficiencia (Fuente: Elaboración propia). .....	83
Tabla 12: Actividades y artefactos de la fase de Diseño (Fuente: Elaboración propia). .....	94
Tabla 13: Actividades y artefactos de la fase de Implementación (Fuente: Elaboración propia). .....	96
Tabla 14: Número de inconsistencias por expedientes de evaluación (Fuente: Elaboración propia). .....	100
Tabla 15: Clasificación de los intervalos de calidad (Fuente: Elaboración propia).....	101
Tabla 16: Efectividad del servicio de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia).....	103
Tabla 17: Clasificación de los intervalos de efectividad (Fuente: Elaboración propia).....	104
Tabla 18: Tiempo total de ejecución de un servicio de evaluación (Fuente: Elaboración propia).....	106
Tabla 19: Clasificación de los intervalos de tiempo (Fuente: Elaboración propia). .....	107
Tabla 20: Resultados de la triangulación metodológica (Fuente: Elaboración propia).....	108

### INTRODUCCIÓN

Los cambios que ocurren en el ámbito mundial, las economías cada vez más globalizadas y los imperativos de las corrientes neoliberales, exigen de transformaciones en los diferentes sectores de la sociedad, capaces de demostrar la competitividad de las organizaciones en brindar productos y/o servicios que generen confianza y a su vez permitan el surgimiento de ventajas competitivas estables para el comercio nacional e internacional ([PÉREZ y VERA, 2006](#)).

Este nuevo entorno impone condiciones que comprometen a las organizaciones a ofertar productos y/o servicios con un alto grado de calidad, capaces de satisfacer las expectativas del cliente. Alcanzar este reto, ha demostrado en la práctica que la calidad de los productos está íntimamente ligada a la calidad de los procesos utilizados para desarrollarlos y mantenerlos, de ahí que las empresas busquen la estandarización de sus procesos para la acreditación y/o certificación según modelos y estándares de calidad reconocidos a escala internacional ([ENAC, 2011](#)).

Definir e implantar adecuadamente los procesos principales de una empresa, proporciona un comportamiento estable para generar productos y/o servicios con calidad homogénea y bajos costos. Estos establecen la mejor forma de hacer, para obtener calidad uniforme y productos estables, primicias para alcanzar la preferencia de los clientes, mayor eficiencia productiva y demanda por sus productos y/o servicios.

Uno de los hechos más sobresalientes en la búsqueda de la calidad ha sido la adopción de normas y estándares en las organizaciones a la hora de organizar sus procesos, sobresalen por su carácter general en diferentes áreas las Normas ISO. Estas se han convertido en la referencia de calidad para numerosos sectores industriales que mantienen como slogan fundamental, garantizar la plena satisfacción de los requerimientos del cliente ([ALCUBILLA, 2007](#)). La industria del software a pesar de ser de las más jóvenes en el mercado no está exenta a este fenómeno y se encuentra dando sus primeros pasos para alcanzar madurez y prestigio, mostrando cierta diferencia respecto a las demás.

La Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés), forman el sistema especializado para la normalización mundial, encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional ([NC-ISO/IEC 17025, 2006b](#)).

Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. La finalidad principal de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad. Tienen aplicación amplia en varios sectores, específicamente en el ámbito de las pruebas de software entre las más relevantes se encuentran la NC-ISO/IEC 9126-1:2005 “Ingeniería de Software — Calidad del Producto. Parte 1: Modelo de la calidad” ([NC-ISO/IEC 9126-1, 2005](#)). Tanto para el establecimiento de los requisitos durante el desarrollo del software, como para la evaluación de su conformidad y certificación, resulta necesario delimitar un modelo de calidad como el que orienta esta norma ([ALONSO y HYLTON, 2011](#)). Además se encuentran relacionadas con este sector, la NC-ISO/IEC 29119:2005 “Tecnología de la información—Paquetes de software—Requisitos de calidad y ensayos/pruebas”. La misma constituye una guía en el ámbito de las pruebas de software, donde se establecen aspectos relativos al testing como: conceptos, vocabulario, procesos, niveles, técnicas y documentación. Actualmente cada una de estas áreas se encuentra en desarrollo ([RUIZ, 2012](#)). La NC-ISO 9001: 2008 relacionada a Sistemas de Gestión de la Calidad, aplicables en cualquier tipo de organización, y la NC-ISO/IEC 17025:2006 que comprende los Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, entre otras.

Usualmente las empresas, buscan la implantación de una norma ISO, con vistas a una futura certificación o acreditación. Mediante la certificación se garantiza la satisfacción de requisitos de un Sistema de Gestión de la Calidad, mientras que con la acreditación se alcanza la demostración de la competencia técnica para la realización de un tipo específico de ensayo/prueba. Es generalmente otorgada por un organismo de acreditación reconocido dentro del país. En Cuba es concedida por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC), cuya misión es coadyuvar al reconocimiento nacional e internacional de los resultados de las entidades evaluadoras de la conformidad que lo soliciten, como evaluadores imparciales o llamados de tercera parte ([PÉREZ y VERA, 2006](#)).

Actualmente la acreditación y certificación muestran un desarrollo acelerado a nivel regional e internacional, vista como una necesidad de propiciar el reconocimiento de la capacidad técnica en consonancia con las exigencias del mercado internacional. Según datos de La European Co-Operation for Accreditation (EA por sus siglas en inglés), los sistemas de acreditación europeo han tenido un alza en los diferentes sectores implantados. Evidencia de ello es el aumento de 21 642 (laboratorios que prestan servicios de ensayo y análisis acreditados según ISO 15189: 2007) en el 2008 a 22 616 en el 2009, para un crecimiento del 10 %. En lo que se refiere a las acreditaciones relacionadas con la certificación, se

registró un incremento de 4% respecto a igual período de tiempo. España, en particular, se sitúa entre los primeros países europeos en infraestructura de evaluación de la conformidad acreditada, con más de 1000 organizaciones ([ENAC, 2010a](#)). Por otra parte atrae la atención Asia, que en los últimos 4 años ha experimentado un crecimiento en el número de países con la implantación de Sistemas de Gestión Acreditados (según norma ISO/IEC 27001), de un total de 11 en el 2006 ascendió a 39 en el 2010, destacándose Japón con 6264 y la India con 1281 organizaciones acreditadas ([ISO SURVEY, 2012](#)).

En Cuba durante el año 2011 fueron acreditados por la ONARC un total de 66 laboratorios (según NC-ISO/IEC 17025:2006), de ellos 32 destinados a la calibración de equipos y 34 de ensayo y análisis, principalmente los especializados en ensayos clínicos y análisis químicos-físicos ([ONARC, 2012](#)).

En el siglo XX, la acreditación era una actividad voluntaria, sin embargo, para muchas economías actualmente, revierte un carácter obligatorio en varios ámbitos regulados. Cada vez más gobiernos, reguladores, clientes y las propias organizaciones que aspiran a la estandarización de sus procesos, según normas internacionales de calidad, aprecian los beneficios que aporta la acreditación y por consiguiente la certificación para ayudar a cumplir con sus responsabilidades y proteger a los clientes ([ILAC, 2011a](#)). En Cuba donde predominan las entidades estatales llega a establecerse incluso a nivel de Ley, tal y como se observa en la de Perfeccionamiento Empresarial.

Para poder tomar decisiones de manera informada, los clientes buscan aseguramiento que los productos, materiales y servicios que producen o compran, cumplen con sus expectativas o satisfacen los requerimientos específicos. Esto significa que el producto es enviado a un laboratorio para determinar la correspondencia de sus características contra una norma o una especificación. Cuando un fabricante o proveedor, selecciona un laboratorio acreditado, reduce el riesgo de producir o proveer un producto defectuoso.

Para los laboratorios constituye un reto alcanzar una única meta, garantizar la calidad de su trabajo y conformidad en sus resultados. Esto se ha manifestado a través de dos tendencias fundamentales: de una parte los que han obtenido la certificación de sus procesos de producción o servicios, según la ISO 9001 “Sistema de Gestión de la Calidad -Requisitos”; y de la otra, los que han perseguido la certificación de sus productos, requiriéndose por tanto la acreditación del laboratorio a partir de la ISO/IEC 17025 “Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración” ([MESA, 2006](#)).

La acreditación de laboratorios tiene que jugar un rol clave, asegurando la competencia e integridad de los laboratorios que proveen servicios de ensayo y calibración. Sus objetivos se enfocan principalmente a mejorar cada proceso en los que se trabaja mediante su estandarización y control, para obtener una proyección hacia el futuro en cuanto a la mejora continua de cada uno de los procesos ([L&S CONSULTORES, 2009](#)).

Cuando un laboratorio está acreditado por un organismo de acreditación reconocido, éste ha demostrado alcanzar un nivel prescrito de competencia técnica, para efectuar tipos específicos de actividades de ensayos, medición y/o calibración. El resultado es aseguramiento de que el laboratorio es capaz de producir resultados que son correctos, trazables y reproducibles ([ILAC, 2011a](#)).

La acreditación de los laboratorios es una actividad de las muchas que tiene la evaluación de la conformidad. Esta evaluación se diseña para proveer demostración de que los requerimientos especificados, relativos a los productos, procesos, sistemas, personas y organización, se cumplimentan ([NC-ISO/IEC 17000, 2005](#)). Tiene la intención de aportar la confianza superior en calidad de lo evaluado y cada una de las técnicas y actividades que lo cumplimentan, dígame que un producto y/o servicio es evaluado con la objetividad, imparcialidad y competitividad requerida por sus evaluadores ([PONCE, 2006](#)).

Para realizar una evaluación de la conformidad, primeramente se debe contar con los requerimientos especificados, que en la mayoría de los casos se encuentran en normas internacionales. Para la acreditación de los laboratorios de ensayos y/o calibración los requerimientos exigidos están recogidos en la norma NC ISO/IEC 17025:2006 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.

En la actualidad el desarrollo del software ha aumentado considerablemente y cada vez son más los sectores de la sociedad que automatizan sus procesos (la medicina, la aeronáutica, la educación, la economía, etc.), de ahí que la calidad en el software sea un elemento imprescindible, por su repercusión en los costes finales, como elemento diferenciador de la competencia y de imagen frente a sus clientes. En este sentido cabe destacar el informe de la “CHAOS Reports” del *Standish Group* en el 2012 (ver anexo 1) el cual señala que sólo el 39% de los proyectos informáticos finalizan satisfactoriamente, con los recursos planificados y con una calidad aceptable, mientras que el 43% no llegan a finalizar nunca ([STANDISH GROUP, 2013](#)). Ejemplos de desastres como el Cohete Mariner 1, el batacazo del Wall Stret en 1987, el fallo a los soldados americanos del Patriot, el acelerador médico de partículas contra el cáncer Therac-25, utilizado para radiaciones el cual emitió dosis letales, ocasionando la muerte a tres pacientes, entre otros, ([MARTIN, 2008](#)) hacen reflexionar

sobre la importancia de la calidad de los sistemas informáticos y por tanto su correcta evaluación, tienen para el funcionamiento de la sociedad actual. Partiendo de la premisa que los laboratorios de ensayos/pruebas al software, son los que en última instancia verifican el cumplimiento de estos software con sus requerimientos, se comprende la necesidad que tiene el buen desempeño de su labor para llevar al mercado software de alta calidad, probado y demostrado técnicamente, lo cual se logra a través de laboratorios de ensayos acreditados.

La acreditación de laboratorios de pruebas al software debe emplear criterios y procedimientos específicamente desarrollados para determinar competencia técnica en este campo, asegurándoles de esta manera a los clientes que los resultados de las pruebas, proporcionados por el laboratorio son correctos y confiables. La aceptación y confianza en las pruebas al software por una segunda parte “analizado una vez y aceptado en todas partes” se demuestra con la competencia a través de la acreditación de los ensayos/pruebas por una tercera parte, más si es un Órgano de Acreditación firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo ([MESA, 2006](#)). Esto trae consigo que sea un reto para la industria del software en Cuba, desarrollar las estrategias que le permitan alcanzar un nivel de calidad realmente alto, en consonancia con las exigencias del mercado.

En el año 2002 entra a formar parte de esta industria la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), responsable de la informatización de la sociedad cubana, cuya misión principal es la de producir software con eficiencia y calidad, para lo cual se trabaja en la formación de ingenieros bien preparados desde la producción, valiéndose de las buenas prácticas y buen uso de los estándares y normas de calidad, para entregar al cliente un producto confiable y que se ajuste a sus necesidades ([CAPOTE, 2011](#)). A partir de este año comienza a impulsarse el desarrollo de software en el país y se evidencia la necesidad de contar con una organización que controle y asegure la calidad de los productos de software.

En consecuencia se crea el Centro Nacional de Calidad de Software (CALISOFT), primero como parte de la UCI y en la actualidad como unidad presupuestada adscrita al Ministerio de Comunicaciones (MINCOM). CALISOFT cuenta con el Departamento de Evaluación de Productos de Software (DEPSW) y dentro de este se ha conformado un Laboratorio Industrial de Pruebas de Software (LIPS), que tiene la responsabilidad de realizar evaluaciones a las aplicaciones informáticas.

El LIPS tiene como misión principal lograr que los productos que sean presentados al laboratorio, sean comprobados y evaluados según normas y estándares de calidad, antes

de ser entregados al cliente, siendo esta evaluación confiable para los equipos de desarrollo y para los clientes.

La necesidad de garantizar la alta calidad del software, ha elevado las horas de trabajo de los procedimientos de pruebas respecto a los de análisis, diseño y programación. Se estima que las actividades en un proceso de pruebas serio, representan más del 50% del costo de un software, ya que requiere un tiempo similar al de la programación lo que obviamente acarrea un alto costo económico. Pese a su enorme impacto en el costo y tiempo de desarrollo, es una fase que muchos de los involucrados aún no consideran y por consiguiente erróneamente no apuestan por ello ([ESPINOZA y ESPINOZA, 2005](#)).

Dentro de las actividades de control de la calidad están las pruebas de software, como elemento esencial en la verificación y validación de un software. Un buen proceso de pruebas generará un conjunto de beneficios para la industria del software, dentro de los que se pueden destacar ([A. de AMESCUA GARCÍA, VELASCO, and SANZ, 2007](#)):

- Se produce un incremento de la satisfacción del cliente al utilizar un software con una cantidad de errores inferior.
- Se eleva la eficiencia del proceso de desarrollo.
- Se facilita la definición y cumplimiento de los objetivos de calidad.
- Se mejora la satisfacción de los trabajadores debido a que se proporcionan herramientas y recursos apropiados para la realización eficiente del trabajo.

Los laboratorios de ensayo/prueba de software, adoptan el programa de acreditación como una ventaja competitiva ante otros laboratorios no acreditados y/o como medio para establecer credibilidad ante sus clientes. La capacidad técnica del laboratorio de prueba debe demostrarse, con pruebas objetivas, considerando el alcance de su actuación y los criterios establecidos por las normas nacionales e internacionales.

Para los laboratorios dedicados a desarrollar la industria del software, específicamente los especializados en pruebas, el argumento de la calidad es exhibido como clave en cada uno de sus procesos, dado la multitud de elementos que interviene en la ejecución de las pruebas e influyen en el resultado correcto. También se debe considerar que en este tipo de laboratorio, se ensayan software destinados a la automatización de áreas sensibles de la vida de los hombres, por tanto, implica que se debe trabajar bajo las mayores medidas de garantías en la obtención de resultados confiables y seguros. Por esta razón con frecuencia, clientes de la industria del software solicitan que los productos de sus proveedores estén ensayados por un laboratorio acreditado internacionalmente ([RIVEROL y GARCÍA, 2012](#)).

El LIPS ha orientado su trabajo en esta línea, para alcanzar excelencia y confiabilidad en sus resultados y brindar una mejor respuesta a las múltiples solicitudes de pruebas que a él llegan.

El número de artefactos probados en el LIPS tuvo un aumento progresivo desde sus inicios, muestra de ello es la cifra de 5513 artefactos probados en el período de *enero de 2008 - julio de 2010*, teniendo como media por meses 178 entregables ([CAPOTE, 2011](#)).

Se realizó un análisis de resultados de este período, enfocado a la necesidad de aumentar la eficiencia del laboratorio, pues se cuenta con mayor fuerza de trabajo y personal capacitado, en correspondencia con las crecientes solicitudes de los clientes y exigencias del mercado. Se identificaron como problemas para el éxito del trabajo en el laboratorio, los mencionados a continuación:

- Procesos y procedimientos documentados parcialmente y otros sin documentar, según normas y estándares internacionales de calidad de software.
- Uso de procedimientos de forma no validada, verificada o fundamentada por la debida documentación, que conlleva una incapacidad de generar resultados técnicamente válidos.
- Uso de procesos no estandarizados, que dependen del conocimiento o experticia de los especialistas.
- El control de los documentos no se realiza de manera periódica, lo que provoca entre los especialistas el uso de documentos desactualizados, con modificaciones sin aprobar y/u obsoletos, y pérdida de la trazabilidad de los mismos.
- Pobre uso de indicadores de evaluación o métricas en la realización de los ensayos y otros procesos de gestión del laboratorio, que permitan medir y analizar resultados en aras de ganar en precisión y confiabilidad.
- Carencia de mecanismos que garanticen retroalimentación por parte de los clientes en cuanto a dudas, insatisfacciones, quejas e inconformidades durante el servicio prestado, de manera que se pueda alcanzar satisfacción y cumplir con sus expectativas.

Por el protagonismo del LIPS en la realización de ensayos como tercero independiente confiable, existe una marcada necesidad en que, se ajuste a modelos o normas que incluyan las mejores prácticas de pruebas para asegurar competencia técnica en la realización de ensayos y resultados técnicamente válidos y por consiguiente, un escalamiento progresivo a niveles de excelencia.

Lo anteriormente planteado lleva a definir el siguiente **Problema de Investigación**:

¿Cómo estructurar las evaluaciones de un laboratorio de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación, para aumentar la eficiencia en los ensayos que realiza?

A los efectos de esta investigación la **eficiencia** está dada por las variables: efectividad, calidad y tiempo. Estas variables están desglosadas en: La medición de los resultados alcanzados en los servicios, en función de los objetivos propuestos, la ejecución en tiempo de los servicios de ensayos/pruebas, tendiente a la disminución de los mismos y cumpliendo con la calidad propuesta, generando un impacto positivo ante la demanda existente.

En el anexo 2 se presenta un análisis de los indicadores y sub-indicadores asociados a la variable eficiencia.

Para guiar la investigación se formuló la siguiente **Hipótesis**:

El diseño e implantación de una estrategia para estructurar las evaluaciones que se realizan en un laboratorio de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación, permitirá aumentar la eficiencia en la realización de los ensayos.

Se definió como **Objetivo General** de la investigación: Diseñar una estrategia que permita estructurar las evaluaciones en un laboratorio de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación para aumentar la eficiencia en los ensayos que realiza.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado, se definieron los siguientes **objetivos específicos**:

1. Determinar los referentes teóricos sobre la actividad de acreditación y cómo preparar un laboratorio para ello, de manera especial en el área de ensayos al software.
2. Definir requerimientos específicos para la acreditación de actividades de ensayos en el área del software, a partir de la norma establecida para ello.
3. Elaborar una estrategia para estructurar las evaluaciones en un laboratorio de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación.
4. Validar la estrategia definida, a partir de los resultados de su implantación en el LIPS.

**Objeto de Estudio:** proceso de acreditación de laboratorios de ensayos.

**Campo de Acción:** las estrategias de acreditación en laboratorios de ensayos al software.

Para llevar a cabo este proyecto han de combinarse métodos de investigación teóricos y empíricos.

**Métodos Teóricos:** Posibilitan el conocimiento del estado del arte del fenómeno, su evolución en una etapa determinada, su relación con otros fenómenos, así como su aislamiento como objeto estudiado.

- ✓ Analítico-Sintético: Para analizar cada uno de los elementos del problema de investigación por separado y luego sintetizar como un todo las relaciones que existen entre un elemento y otro en la solución de la propuesta.
- ✓ Histórico lógico: Para el estudio crítico de trabajos relacionados con el tema que se investiga, tomándolos como referencia para los resultados y conclusiones de la solución planteada.
- ✓ Hipotético-Deductivo: A partir de la hipótesis de la investigación y siguiendo elementos lógicos llegar a resultados parciales.
- ✓ Sistémico estructural: permitió organizar la información dispersa encontrada sobre los temas investigados.
- ✓ Cuasi experimento, con el objetivo de validar la propuesta en base a un caso práctico, en un entorno controlado.
- ✓ Entrevista a profundidad, para obtener información referente a la acreditación de laboratorios, los requerimientos necesarios, así como obtener las concepciones de especialistas con experiencias en esta temática. Además, llevar a cabo la validación de la propuesta como un método cualitativo para tener en cuenta en la triangulación metodológica.
- ✓ Triangulación metodológica, con el objetivo de confirmar de forma simultánea los resultados obtenidos en las entrevistas a profundidad y cuasi experimento.

**Métodos Empíricos:** Describen y explican las características fenomenológicas del objeto, representando un nivel de la investigación cuyo contenido procede de la experiencia y es sometido a cierta elaboración racional.

- ✓ La observación participante, para obtener información de las discusiones en sesiones científicas y encuentros que se realicen en entornos que aporten información para la investigación.
- ✓ El grupo focal, para realizar discusiones con los especialistas del LIPS con el objetivo de identificar los problemas esenciales que afectan el éxito de las pruebas de software y debatir desde la experticia de cada especialista en su trabajo y recopilar las mejores prácticas que ayudaron a elaborar la documentación asociada a cada proceso del laboratorio.

**Técnicas cualitativas:** Técnica de ladov, para la validación de la satisfacción del usuario respecto al uso de la estrategia diseñada.

**Aportes teóricos:**

Fundamentación teórica asociada a la acreditación de laboratorios de ensayos y de manera particular los del área del software. La misma constituye una referencia para consultas o actividades propias de la acreditación, desencadenadas por personal involucrado en la tarea, o que requiera capacitación por insertarse en el tema.

**Aportes prácticos:**

Documento Guía de requisitos complementarios. Contiene un conjunto de requisitos de gestión y técnicos a cumplimentar de manera específica por laboratorios de ensayos al software que deseen optar por la acreditación de los ensayos que realizan. La norma establecida a escala internacional para actividades de acreditación (NC-ISO/IEC 17025:2006) es aplicable a cualquier laboratorio de pruebas, y como tal los requerimientos establecidos en ella están expresados en términos muy generales, y la misma orienta que se deben establecer aplicaciones para campos específicos. Por ello se hace necesaria una guía complementaria a estos para áreas muy específicas como lo es el software, razón por la cual los requisitos propuestos constituyen un aporte esencial a esta área del conocimiento.

Estrategia de acreditación para laboratorios de ensayos al software, basada en el documento “Guía de requisitos complementarios” y elementos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006.

**Estructura del documento:**

El documento se encuentra estructurado en Introducción, Capítulos (I, II y III), Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos. El capítulo I: Dirigido a la fundamentación teórica sobre la implantación y adecuación de procesos encaminado a la acreditación de laboratorios, según normas internacionales de calidad. Normas, organismos evaluadores de la conformidad y conceptos fundamentales. Capítulo II: Se presenta la estrategia diseñada, especificando cada una de las fases que la integran, los artefactos generados en estas, así como las herramientas de apoyo a la estrategia. Capítulo III: Se detalla la validación de la estrategia a partir de los resultados obtenidos de aplicar diferentes métodos de validación.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

El desarrollo de software es una actividad que posee un impacto directo en todos los ámbitos de la sociedad moderna, de ahí que, la calidad del software sea un factor crítico para la aplicación y puesta en marcha de cualquier producto software. El uso de normas apoya a las organizaciones y de manera particular a las especializadas en temas de software, en ejes clave de su competitividad, así como en la satisfacción del cliente o la confianza en los proveedores de servicio.

En este capítulo se hace un esbozo sobre los temas esenciales que deben ser abordados como fundamentación de la propuesta del trabajo investigativo. Los mismos están relacionados esencialmente a la necesidad de definir de manera clara los procesos principales en una organización, la adopción de normas ISO con diferentes fines como: la definición de características de calidad de software, implantación de sistemas de gestión de la calidad y acreditación de ensayos, entre otras. De manera especial es abordado el tema de la acreditación como herramienta que brinda competencia técnica en la realización de ensayos/pruebas y de la cual no existen antecedentes en la industria del software. Se precisan además actividades relacionadas a la gestión y control de la calidad del software.

### 1.1. Procesos

Para que una organización funcione de manera eficiente, tiene que determinar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. A su vez un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Un proceso define quién está haciendo qué, cuándo y cómo alcanzar un determinado objetivo ([IVAR JACOBSON et al., 2004](#)). Un proceso puede definirse como una actividad o un conjunto de actividades, que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados ([NC-ISO 9001, 2008](#)). Frecuentemente el resultado de un proceso constituye el elemento de entrada del siguiente proceso.

Todos los procesos deberían estar alineados con los objetivos, el alcance y la complejidad de la organización. Una adecuada definición de procesos es una excelente manera de organizar y gestionar las actividades de la organización, y así aportar valor agregado al cliente y partes interesadas ([ISO, 2001](#)).

# **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

La calidad del proceso contribuye a mejorar la calidad del producto, y la calidad del producto contribuye a mejorar la calidad en el uso. Por consiguiente, evaluar y mejorar un proceso es un medio para mejorar la calidad del producto, y evaluar y mejorar la calidad del producto, es uno de los medios de mejorar la calidad en el uso ([NC-ISO/IEC 9126-1, 2005](#)).

Considerando las afirmaciones anteriores, la autora concluye que los procesos utilizados en las organizaciones permiten alinear el modo de operar de las mismas, evolucionar e incorporar los conocimientos de cómo hacer mejor las actividades, explotar mejor los recursos y comprender las tendencias de la actividad.

En este sentido se detectaron deficiencias que atentan contra la calidad y éxito de los servicios prestados por el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software (LIPS). En estos servicios intervienen una serie de procesos, los cuales en su mayoría están sin documentar o documentados parcialmente y no se ajustan a requisitos y normas internacionales y nacionales, vigentes para las actividades de ensayo/pruebas al software. Además, en su definición no tienen en cuenta establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente la eficiencia de los servicios de ensayos/pruebas en el laboratorio, con vistas a su preparación para la acreditación.

Un mecanismo que ha contribuido a solucionar estas deficiencias en organizaciones dedicadas a ofertar servicios, ha sido la adopción de normas o sistemas de normas ISO para la definición, implantación y organización de los procesos en la organización, dado su carácter general en diferentes áreas.

## **1.2. Principales normas ISO**

La Organización Internacional para la Estandarización, ISO por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization), es una federación mundial, no gubernamental, que tiene como objeto desarrollar estándares internacionales voluntarios de calidad, con un alcance multisectorial, que faciliten el comercio, el intercambio de información y contribuyan con normas comunes al desarrollo y a la transferencia de tecnologías. Agrupa a representantes de cada uno de los organismos nacionales de estandarización ([ISO, 2012](#)).

ISO e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) forman el sistema especializado para la normalización mundial. Los organismos nacionales miembros de ISO e IEC, participan en el desarrollo de las Normas Internacionales a través de comités técnicos establecidos por la organización respectiva, para tratar campos particulares de la actividad técnica. Otras organizaciones internacionales, públicas y privadas, vinculadas a ISO e IEC, también participan en el trabajo. En el campo de la evaluación de la conformidad, el Comité de ISO

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

para la evaluación de la conformidad (CASCO por sus siglas en inglés), es responsable del desarrollo de normas y guías internacionales ([NC-ISO/IEC 17025, 2006b](#)).

Entre 1947 y el día de hoy, la ISO ha publicado más de 16 500 normas internacionales, que van desde las normas para las actividades como la agricultura y la construcción, de la ingeniería mecánica a los productos sanitarios, hasta la más reciente: tecnología de la información ([FAJARDO, 2010](#)). Específicamente las establecidas en esta área y las que guían la prestación de servicios en laboratorios, serán las utilizadas por la autora en la investigación.

## 1.2.1 NC ISO/IEC 9126-1: 2003

La norma ISO/IEC 9126 "*Características de calidad y Métricas del software*" es un estándar internacional para la evaluación del software. Es supervisado por el proyecto SQuaRE y devendrá parte de la ISO 25000, que sigue los mismos conceptos generales. El estándar se divide en cuatro partes que trata, respectivamente, los temas siguientes: modelo de la calidad, métricas externas, métricas internas y métricas de calidad en uso ([CAPOTE, 2011](#)).

La familia de normas **ISO/IEC 9126** define en su parte uno un modelo de calidad basado en dos líneas bien diferenciadas: a) calidad externa y calidad interna, b) calidad durante el uso. Para evaluar la calidad interna y externa de los productos software define seis características (Funcionalidad, Fiabilidad, Usabilidad, Portabilidad, Mantenibilidad y Eficiencia) que a su vez están divididas en subcaracterísticas y se manifiestan externamente cuando el software se usa como una parte del sistema computarizado, y son un resultado de los atributos o cualidades internas del software.

El efecto combinado de estas seis características que percibe el usuario, es lo que se define como la calidad en uso. Para la calidad durante el uso se establecen cuatro características ([NC-ISO/IEC 9126-1, 2005](#)). En la figura 1 se representa la relación entre las características y subcaracterísticas para la calidad interna y externa, que se tuvo en cuenta durante la investigación. La misma muestra según la característica de calidad presente en la norma los tipos de pruebas definidos en el Grupo de Ingeniería de Pruebas de Software (GIPS) a realizar en el producto para evaluar dicha característica.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

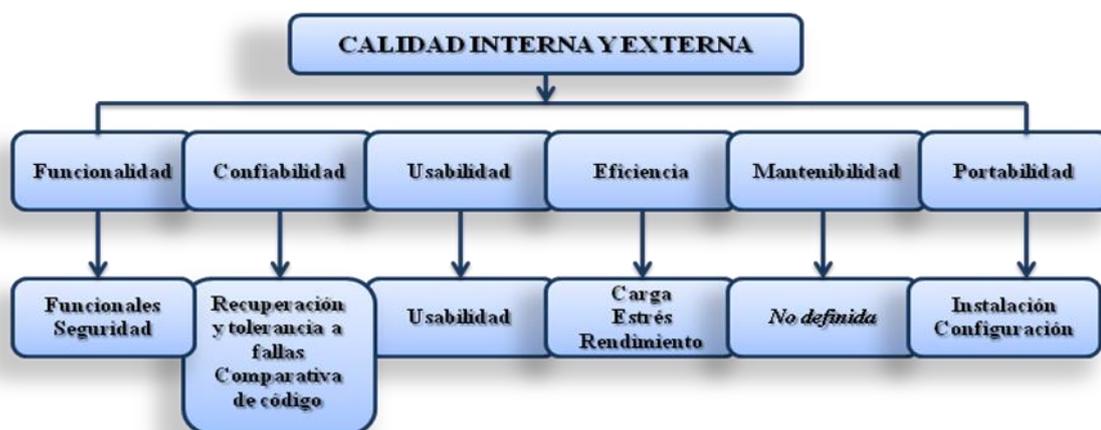


Figura 1: Tipos de pruebas de software según características de calidad de la ISO/IEC 9126 (Fuente elaboración propia).

Este modelo de calidad, fue adoptado en el laboratorio desde mediados del 2011, como parte de la nueva conceptualización del LIPS, propuesta desarrollada por la MSc Tayché Capote. Su aplicación se utiliza como punto de partida de la presente investigación, dada la relación directa que se establece entre: los ensayos/pruebas definidos en el GIPS, a partir de las características de calidad orientadas en este modelo y su ejecución como parte de los procesos de evaluación que se llevan a cabo en el laboratorio. Estos últimos necesitan ser estructurados desde la perspectiva de la acreditación, de ahí que implícitamente estén involucrados en la actividad, los ensayos/pruebas realizados en el LIPS.

## 1.2.2 ISO/IEC 17025:2006

La **ISO/IEC 17025:2006** "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración" constituye una guía genérica de referencia para aquellos laboratorios que realizan actividades de ensayo (prueba) y/o calibración. Establece los requisitos (de gestión y técnicos) necesarios para una gestión sólida y para la competencia técnica en los tipos de ensayos o de calibraciones que el laboratorio lleva a cabo. Su implantación permite al laboratorio demostrar que posee un sistema de gestión, es técnicamente competente y es capaz de generar resultados técnicamente válidos ([NC-ISO/IEC 17025, 2006c](#)).

La norma ISO/IEC 17025 incluye requisitos de la norma ISO 9001 "Sistema de Gestión de la Calidad - Requisitos"; por lo tanto, si los laboratorios cumplen los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006, actuarán bajo un sistema de Gestión de la Calidad (SGC) para sus actividades de ensayo y calibración, que también cumplirá los principios de la norma NC-ISO 9001:2008. Para ello se requiere además que el sistema implementado por el laboratorio, cumpla todos los requisitos de la norma NC-ISO 9001 de gestión de la calidad.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

La norma ISO/IEC 17025:2006 es utilizada a nivel mundial para propósitos de acreditación, al constituir una guía de referencia de las Entidades Acreditadoras, para ejecutar los procesos de evaluación de la conformidad de laboratorios de ensayo y calibración. La conformidad está relacionada al cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma para las actividades de ensayo y calibración. En Cuba es reconocida como Entidad Acreditadora el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC).

Es conveniente que los organismos de acreditación que reconocen la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración se basen en esta Norma Internacional para sus acreditaciones.

En algunos países la norma ha adoptado diferentes nomenclaturas, incluso hay cambios en el año de publicación. Cuba la adoptó como NC-ISO/IEC 17025:2006 “Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”. Es la misma ISO publicada en el 2005 más un Corrigendum Técnico publicado en el 2006, esta es la utilizada/referenciada en la presente investigación.

La norma es aplicable de manera genérica a cualquier tipo de laboratorio, independientemente del alcance de las actividades de ensayo o calibración que realice.

Los requisitos descritos en esta norma están expresados en términos muy generales y, si bien son aplicables a todos los laboratorios de ensayo y de calibración, podría ser necesario alguna aclaración, modificación o definición de otros requisitos para aquellas áreas que realizan ensayos y calibraciones en temas más específicos ([NC-ISO/IEC 17025, 2006a](#)).

La ejecución de ensayos al software es una actividad que requiere de procedimientos, técnicas y herramientas para que se realice y se realice correctamente. Por tanto, la adopción de esta norma por un laboratorio de este tipo, debe emplear criterios y procedimientos específicamente desarrollados para este campo. Actualmente no se cuenta con un documento en Cuba que establezca y proporcione detalles e información adicional a los requisitos ya establecidos en la norma para los tipos o grupos específicos de ensayos definidos, cuyo uso será solo complementario a la norma. Internacionalmente se cuenta con un documento obsoleto, el Reporte técnico ISO/IEC 13233: 1995 (Guía par la interpretación de los requisitos de acreditación), que desde su creación no han existido actualizaciones y una guía de requisitos elaborada por una entidad privada para uso particular del sector que lo originó: The American Association for Laboratory Accreditation (A2LA por sus siglas en inglés).

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

Existen actividades que describe la norma que en el caso particular de los laboratorios de ensayos al software, no son aplicables en su totalidad, o en parte, y otras que requieren de aclaraciones para su implementación. Este contexto hace que, se tracen las estrategias necesarias para la definición, de una guía de requisitos complementarios a la norma, específico para las actividades de ensayo/prueba al software, de carácter y vigencia nacional, en un primer momento, como parte de la presente investigación. Lo anterior, no excluye su uso en laboratorios de ensayos al software ubicados en áreas internacionales, que deseen adoptar esta norma con fines de acreditación.

Dado el carácter nacional de dicha norma para acreditar ensayos/pruebas, unido a su reconocimiento a escala internacional para tal fin, así como la definición de una guía de requisitos complementarios como herramienta de apoyo para su interpretación en áreas específicas como el software, es que se decide su adopción en el LIPS, para desde esta perspectiva, reestructurar las evaluaciones que en él se realizan con el propósito de mejorar su eficiencia.

Esta norma requiere además de sistemas documentados, que permitan controlar los procesos que se utilizan para desarrollar y mantener los servicios brindados. Estos tipos de sistemas se fundamentan en la idea de que hay ciertos elementos que todo sistema de gestión de calidad debe tener bajo control, con el fin de garantizar que los productos y/o servicios se fabriquen/oferten en forma consistente y a tiempo.

### **1.3. Sistema de Gestión de la Calidad**

La práctica de la calidad ya no es una actividad aislada o realizada por un departamento dentro de la empresa, se ha convertido en parte de las actividades diarias de todos y cada uno de sus integrantes. Por ello se han desarrollado los llamados “Sistemas de Gestión de la Calidad” (SGC), cuya adopción debe ser una estrategia de toda organización.

Según bibliografía de la ISO consultada, se define como sistema de gestión, al conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos. Cuando dichos sistemas están orientados a dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad, se denominan entonces SGC ([BARRIO, 1999](#); [ISO 9000, 2005](#)).

Para ([ISO/CASCO, 2011](#)) se define como la totalidad de los medios por los cuales se logra la calidad de un producto o servicio, y se integra por diferentes procesos. Constituye la estructura organizacional aceptada en un laboratorio, los procesos, los procedimientos y los recursos necesarios para guiar las acciones coordinadas de las personas, equipos e información de un laboratorio.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

Para uso de la investigación, la autora define como SGC al conjunto de procesos de una organización, que requieren ser gestionados para obtener un producto o servicio con calidad.

La base de un SGC es la documentación, lo que facilita la comunicación y el control sobre el sistema. Cada organización debe determinar el grado de documentación requerida y el medio a usar para su control y manejo, la complejidad de sus procesos, las habilidades del personal y un conjunto de indicadores que le permitan monitorear y controlar el comportamiento del sistema. Por ello es de gran importancia que toda la documentación esté reunida en el manual de calidad para facilitar su comunicación, comprensión, disponibilidad e implementación dentro del laboratorio.

El creciente uso de los sistemas de gestión ha producido un aumento de la necesidad de asegurar que los laboratorios que forman parte de organizaciones mayores, o que ofrecen otros servicios, puedan funcionar de acuerdo con un SGC que se considera que cumple la Norma NC-ISO 9001:2008, así como la Norma NC-ISO/IEC 17025: 2006. Por ello, se ha tenido el cuidado de incorporar en la NC-ISO/IEC 17025 todos aquellos requisitos de la Norma ISO/IEC 9001 que son pertinentes al alcance de los servicios de ensayo/prueba y de calibración cubiertos por el sistema de gestión de un laboratorio acreditado ([NC-ISO/IEC 17025, 2006b](#)).

La evaluación de los elementos de un sistema de calidad se realiza mediante la aplicación de auditorías, interacción directa con los clientes, control de trabajo no conforme y revisiones por parte de la dirección ([MOLINA et al., 2011](#)).

Las auditorías constituyen una herramienta utilizada como mecanismo de evaluación, seguimiento y mejora continua en la aplicación de procedimientos, normas, lineamientos o criterios específicos en la organización ([MOLINA, 2009](#)). Sus hallazgos constituyen puntos de mejora, fortalezas y debilidades, los cuales una vez analizados, permiten trazar las estrategias, planes de acción y programas de mejora necesarios para su solución ([GARZÓN, 2003](#)).

El estudio anterior aconseja implantar en el LIPS un SGC que abarque la estructura del laboratorio, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios, que sea dinámico y adaptable en el tiempo. El mismo proporcionará evidencia objetiva de que el laboratorio se ajusta efectivamente a la norma seleccionada y por lo tanto, tiene más probabilidades de proporcionar el nivel requerido de servicio de ensayo/prueba, para optar por la acreditación y alcanzarla. Estará basado en la norma adoptada (NC-

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

ISO/IEC 17025:2006) y los requisitos definidos para este caso particular de laboratorio. La realización de auditorías a este, será el medio por el cual se adquieran evidencias objetivas para evaluar la gestión documental requerida en dicho sistema y el nivel de apropiación de la información dispuesta en él, por parte de los miembros del laboratorio. A través de ellas se podrá determinar, cuándo las condiciones estén dadas para que el laboratorio pueda optar por la acreditación de manera satisfactoria.

Para el almacenamiento y disponibilidad de la información establecida como parte del SGC, se requiere de repositorios en caso de que esta se genere en forma digital.

## 1.4. Repositorio de datos

La preservación en formato digital de la información es un tema que ha despertado gran interés y preocupación a nivel mundial, por lo que la solución mediante la implementación de repositorios digitales ha cobrado auge en los últimos años. Aunque es común apreciar en la literatura estudiada el término “repositorio” rara vez aparece asociado al vocablo “digital”, sin embargo, es un concepto necesariamente estrecho dada la naturaleza de la información.

Según bibliografía consultada, se pudo constatar varias definiciones y conceptos acerca de los repositorios, entre los más relevantes y relacionados con el tema, se pueden citar:

La definición emitida por la vigente edición del Diccionario de la Real Academia ([RAE](#)), proviene del latín *repositorium*, armario o alacena y lo identifica como “lugar donde se guarda algo”.

Los repositorios pueden ser públicamente accesibles o simplemente estar protegidos según dictamine la organización que lo rectoré. “Los depósitos más conocidos son los de carácter académico e institucional y tienen por objetivo organizar, archivar, preservar y difundir la producción intelectual resultante de la actividad investigadora de la entidad” ([SALAMANCA, 2010](#)).

En términos de nuevas tecnologías, los repositorios son archivos digitales a los que se accede a través de una red informática, o de un medio físico, como un disco compacto. Reúnen documentación en formato electrónico de carácter disciplinario, institucional o comunitario. Pueden ser de acceso público o estar sujetos a protección. Garantizan la visibilidad de la información y la preservación documental a largo plazo.

Para uso de la investigación, la autora define el término repositorio como un depósito de información centralizada, de carácter institucional que preserva y gestiona un considerable volumen de información. Basado en ello, es que se decide su aplicación en el LIPS, como

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

medio de soporte documental para disponer la documentación establecida como parte del SGC y de esta manera, asegurar la integridad de los datos y la organización de la información.

### 1.5. Análisis de la Acreditación

La acreditación ha sido adoptada mundialmente como un elemento esencial a la hora de determinar, reconocer y promover competencia técnica en una organización que aspire satisfacer los mercados. Diversas han sido las definiciones de acreditación encontradas en la bibliografía consultada. Según la ([NC-ISO/IEC 17011, 2005](#)) la acreditación es la atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que manifiesta la demostración formal de su competencia para llevar a cabo tareas específicas de evaluación de la conformidad. Por su parte la competencia está dada por la habilidad demostrada para aplicar conocimientos y aptitudes ([BARRIO, 1999](#)).

Para ([ESPINOZA y ESPINOZA, 2005](#)) es la herramienta establecida a escala internacional para generar confianza sobre la actuación de un tipo de organizaciones muy determinado que se denominan de manera general Organismos de Evaluación de la Conformidad y que abarca entre otros los laboratorios de ensayo/prueba y calibración.

La acreditación es la actividad por la cual un organismo debidamente autorizado reconoce formalmente que una entidad es competente para llevar a cabo tareas específicas ([NC-COPANT-ISO/IEC, 1999](#)). Significa haber cumplido un modelo, ser revisado por una organización que verifica el cumplimiento del modelo, estar conforme en la implantación del mismo y el logro de los objetivos planteados ([RIVEROL y GARCÍA, 2013](#)).

La autora define la acreditación de un laboratorio como la actividad mediante la cual un órgano acreditado le otorga reconocimiento formal al laboratorio en la realización de ensayos o pruebas específicas, otorgándole valor agregado al mismo al generar confianza en los resultados obtenidos. El reconocimiento formal se basa en la correspondencia con los requisitos establecidos según una norma o estándar internacional. A esta definición se hará referencia en la investigación siempre que se utilice el término acreditación.

El proceso de acreditación envuelve una evaluación formal de todos los elementos de un laboratorio que contribuyen a la producción de resultados de pruebas correctos y confiables. Estos elementos responden a los requisitos administrativos y técnicos establecidos en una norma de calidad de referencia y que generalmente se encuentran establecidos en un SGC. Se realiza a través de asesores técnicos especializados que evalúan los tipos específicos de pruebas que se efectúan.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

La acreditación de laboratorios emplea criterios y procedimientos específicamente desarrollados por el organismo de acreditación para determinar la competencia técnica del laboratorio evaluado. A escala internacional el criterio de acreditación se basa en la norma internacional ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”, y otros requisitos de programa técnico para laboratorios dedicados a actividades más específicas que son desarrollados con organismos reguladores y especificadores. Los organismos acreditadores de laboratorios usan esta norma específicamente para determinar factores relevantes a la habilidad de un laboratorio, para producir resultados correctos en las pruebas que realizan, incluyendo ([ILAC, 2011b](#)) :

- Competencia técnica del personal.
- Validez y adecuación de las pruebas.
- Aptitud, calibración y mantenimiento del equipo.
- Medio ambiente conducente para efectuar pruebas.
- Muestreo, manejo y transporte de productos en que se efectuarán pruebas.
- Aseguramiento de la calidad de resultados de pruebas y calibración.

La acreditación, por tanto, garantiza que las entidades de diferentes países desempeñen su tarea de manera equivalente, generando la adecuada confianza que posibilita la aceptación mutua de resultados ([Q-LAB, 2012](#)).

La acreditación es otorgada a una entidad con personalidad jurídica evidenciada y campo de acción claramente definido, por un plazo de hasta cuatro años en Cuba. En este periodo son reevaluados para verificar si mantienen la condición. Tiene un alcance definido, los laboratorios pueden tener todos o una parte de sus ensayos acreditados. Durante este período pueden realizarse solicitudes de ampliación de los ensayos acreditados en el proceso inicial, durante las inspecciones realizadas por el órgano evaluador cada año, una vez culminada el ciclo de auditorías internas y la revisión por la dirección. Pasados los cuatro años y por solicitud expresa de la entidad acreditada, se lleva a cabo el proceso de reacreditación ([PÉREZ y VERA, 2006](#)).

La acreditación de los laboratorios es una de las muchas actividades que tiene la evaluación de la conformidad. La evaluación de la conformidad se diseña para proveer demostración de que los requerimientos especificados, relativos a los productos, procesos, sistemas, personas y organización, se cumplimentan ([NC-ISO/IEC 17000, 2005](#)). Esta evaluación tiene la intención de dar confianza en calidad de lo evaluado y cada una de las técnicas y actividades que lo cumplimentan. Por tanto, para realizar una evaluación de la conformidad,

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

primeramente se debe contar con los requerimientos especificados que en la mayoría de los casos se encuentran en normas internacionales. La acreditación aporta la confianza superior por la cual el resto de las actividades que se realizan para evaluar la conformidad de un producto y/o servicio son efectuadas con la objetividad, imparcialidad y competitividad necesarias como para confiar en ellos ([PONCE, 2006](#)).

El siguiente mapa conceptual elaborado por la autora a partir de la revisión bibliográfica (Figura 2), resume lo antes descrito:

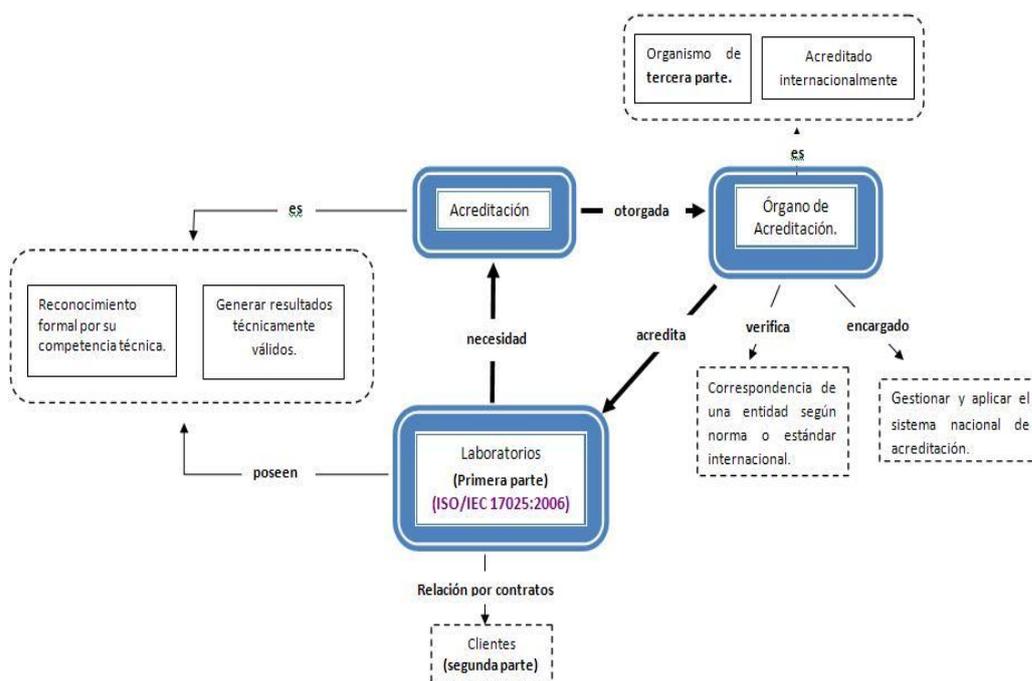


Figura 2: Mapa conceptual relacionada a la acreditación. (Fuente: Elaboración propia).

Basado en lo anterior, se fundamenta la decisión y propuesta de estructurar las evaluaciones que se realizan en el LIPS, según modelos y normas internacionales establecidas para la acreditación, a fin de preparar al laboratorio para alcanzar esta categoría. Esta herramienta aporta confianza tanto en la competencia técnica de los evaluadores, como en su capacidad de proporcionar un servicio adecuado a las necesidades de sus clientes.

## 1.5.1. Flujo de trabajo de acreditación

En todo proceso de acreditación intervienen tres actores: organismos de acreditación (OA), organismo de evaluación de la conformidad (OEC) y producto o servicio, los cuales se relacionan mediante evaluaciones, sujetas a normas o requerimientos.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

Los OEC son los encargados de evaluar la conformidad de los productos, servicios y proveedores con respecto a especificaciones y/o requisitos ([NC-ISO/IEC 17011, 2005](#)). Para la evaluación de la conformidad, existen guías y normas ISO las cuales representan un consenso internacional que contribuye a la consistencia de la evaluación de la conformidad en todo el mundo y por tanto facilita el comercio. Estos OEC desarrollan actividades de evaluación de la conformidad que incluyen: la certificación, la inspección, el ensayo/prueba.

Los OA son los responsables de evaluar de manera imparcial la competencia de los órganos de evaluación de la conformidad, para garantizar confianza y credibilidad en sus resultados, de ahí que se requiera un proceso de evaluación independiente, riguroso y global, que garantice la competencia técnica de dichos organismos y su sujeción a normas de carácter internacional ([ESPINOZA y ESPINOZA, 2005](#)). Para un mejor entendimiento del flujo de trabajo ver anexo 3.

Como OEC, el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software (LIPS) perteneciente al Centro Nacional de Calidad de Software (CALISOFT) es el encargado a nivel nacional de evaluar la conformidad de los productos software según normas y estándares de calidad específicos a esta actividad y establecidos en la organización.

Para gestionar todo el trabajo en el laboratorio y alcanzar resultados productivos, existe una guía de procesos y procedimientos definidos de forma coherente y adaptados a los nuevos requerimientos de la producción en la industria del software cubana, sin embargo, los servicios de ensayo/prueba que realiza no se encuentran del todo sujetos a normas de carácter internacional que garanticen competencia técnica. Por ello se precisa que como todo OEC establezca un mecanismo independiente, riguroso y global, que garantice resultados técnicamente válidos, abalado por la acreditación del laboratorio.

El objetivo principal de la actuación de los organismos de evaluación de la conformidad y el LIPS, como objeto de acreditación en la investigación, es el de demostrar a la sociedad (autoridades, empresas y consumidores en general), que los productos y servicios puestos a su disposición son conformes con ciertos requisitos relacionados generalmente con su calidad y seguridad. Dichos requisitos pueden estar descritos en normas, especificaciones, u otros documentos de carácter voluntario especificados por el cliente.

La Comisión Europea al respecto plantea: *“La acreditación es fundamental para el correcto funcionamiento de un mercado transparente y orientado a la calidad. Es fundamental para la industria, que para ser plenamente competitiva precisa de un servicio adecuado en este ámbito. Es fundamental para las autoridades públicas, a fin de obtener un grado suficiente*

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

*de confianza en los certificados expedidos (...) Es fundamental para los propios organismos de evaluación de conformidad (que operen tanto en el sector regulado como en el no regulado), para que puedan demostrar de modo independiente su competencia técnica y para garantizar una competencia transparente y orientada a la calidad entre los mismos.”* ([ENAC, 2010a](#)).

En nuestro país el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC) es el organismo autorizado y responsable de evaluar la competencia de los órganos evaluadores de la conformidad y otorgar la acreditación bajo los requisitos internacionalmente establecidos. Fue constituido el 17 de noviembre de 1998 por la Resolución 191/98 del Ministerio de Economía y Planificación. Actualmente está adscrito al CITMA y es la entidad encargada en el país de organizar, ejecutar y controlar los trabajos de acreditación, bajo principios de imparcialidad, independencia y transparencia, con un marcado carácter técnico ([ONARC, 2013](#)).

El ONARC ejecuta todos sus trabajos sobre la base de normas internacionales adoptadas idénticamente por el país. Opera en correspondencia con la norma internacional NC-ISO/IEC 17011:2005 y evalúa a los laboratorios de ensayo y calibración según la NC-ISO/IEC 17025:2006. Es miembro pleno de la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC) y de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC). Es miembro firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de ILAC y de IAAC desde el 2005 ([ONARC, 2013](#)). Estos acuerdos internacionales de reconocimiento mutuo, son cruciales en permitir que los resultados de los ensayos sean aceptados en estos países.

Como parte de la presente investigación, se realizó un estudio de los principales organismos de acreditación que a nivel internacional tienen resultados en esta actividad, para conocer el estado específico de la acreditación referente a los ensayos/prueba de software. Se tuvieron en cuenta organismos de varias regiones para hacer un análisis abarcador. En la tabla 1 se muestran los organismos analizados de manera detallada:

Tabla 1: Relación de organismos de acreditación (Fuente: Elaboración propia).

Organismo de Acreditación	Ensayos que acreditada	Norma adoptada	Membrecía
---------------------------	------------------------	----------------	-----------

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

A2LA (The American Association for Laboratory Accreditation)	Tecnología de la información.  Ensayos clínicos  Programas especiales de acreditación (15).	ISO/IEC 17025:2005  ISO 15189:2007 “Laboratorios médicos: Requisitos particulares para la Calidad y Competencia  R214 – Specific Requirements: Information Technology Testing	ILAC <sup>1</sup>  IAF <sup>2</sup>
ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) España	Seguridad de los productos y sistemas de tecnologías de la Información.  Ensayos clínicos.  Transporte, construcción, sanidad, química, agroalimentario, etc.	UNE-EN ISO/IEC 17025  UNE-EN ISO 15189  UNE-EN ISO/IEC 17020	EA <sup>3</sup>  ILAC  IAF
EMA (Entidad Mexicana de Acreditación)	Ensayos clínicos.  Ensayos químicos.	NMX-EC-17025-IMNC-2006/ISO 17025:2005.  NMX-EC-15189-IMNC-2008/ISO 15189:2007.  NMX-EC-17043-IMNC-2010  Guías técnicas	ILAC  IAF  IAAC <sup>4</sup>  APLAC <sup>5</sup>  PAC
OOA (Organismo Argentino de Acreditación)	Ensayos químicos, microbiológicos.  Programa especial de gases de efecto invernadero.	ISO 14065 ISO 14064	EA  ILAC
ECA (Ente Costarricense de Acreditación)	Ensayo físico, químico.  Ensayos clínicos.	NTE–ISO/IEC 17025:2005 INTE–ISO/IEC 17021:2007 INTE–ISO/IEC 65:2000 INTEISO/IEC 17024:2003 INTE–ISO/IEC 17020:2000	IAF

Una vez caracterizado cada uno de los casos, se obtuvo que:

- La norma adoptada a nivel internacional para la acreditación laboratorios de ensayo y calibración es la ISO/IEC 17025.
- En estos casos la tendencia es a la acreditación de laboratorios de ensayos clínicos, físico-químicos, eléctricos, construcción, alimentos y de calibración relacionados a estos temas.
- Los ensayos clínicos constituyen un caso particular de acreditación, cuyos requisitos a cumplimentar están en recogidos en la norma ISO 15189.

<sup>1</sup> ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios)

<sup>2</sup> IAF Foro Internacional de Acreditación

<sup>3</sup> EA (European Co-operation for Accreditation)

<sup>4</sup> IAAC (Cooperación Interamericana de Acreditación)

<sup>5</sup> APLAC (Cooperación de Acreditación de Laboratorios de Asia Pacífico)

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

- La acreditación de ensayos al software es un caso particular realizada sólo por algunos organismos de acreditación y de manera insipiente hasta la fecha.
- No existe una normativa internacional o nacional que establezca los requisitos específicos para la acreditación de ensayos a software. En algunas entidades se contactaron documentos (en ocasiones obsoletos) que orientan el trabajo para estos laboratorios, pero no hay referencias de su aplicación práctica.

La Asociación Americana para la Acreditación de Laboratorios (A2LA por sus siglas en inglés), que ofrece servicios integrales en la acreditación de laboratorios y la formación de laboratorios relacionados, es el organismo con más resultados en el tema de tecnología de la información. Debido a las necesidades de los usuarios (laboratorios acreditados, organizaciones que requieren la acreditación), la entidad ha desarrollado criterios técnicos específicos para adecuar los requisitos generales (ISO/IEC 17025) a varios de los programas y campos de ensayo/calibración determinados, que requieren un tratamiento especial, siendo el caso de las pruebas en Tecnología de la Información, relacionadas con cualquier aspecto de un entorno de hardware o de software. Para este caso particular la entidad elaboró el documento “Especificaciones de requisitos” de uso complementario a la norma ISO/IEC 17025 ([A2LA2, 2010](#)), el cual es referenciado en este documento por ser a fin a las actividades desarrolladas por el LIPS.

### 1.5.2. Estado actual de la acreditación

Actualmente existe una necesidad creciente en las organizaciones que brindan servicios específicos de evaluación de la conformidad, de alcanzar la acreditación. Por citar ejemplos en los que se observa que la actividad continúa en alza, cabe mencionar la European Cooperation for Accreditation (EA por sus siglas en inglés), organización que integra los organismos de acreditación de laboratorios y entidades de certificación e inspección reconocidas a nivel nacional, de la Unión Europea y de The European Free Trade Association (EFTA por sus siglas en inglés).

Según un informe publicado con datos de acreditación a fecha de diciembre de 2009, hubo un incremento de 974 acreditaciones en los distintos esquemas y actividades, en el transcurso de un año (2008-2009), lo que representa un incremento del 10% de laboratorios acreditados en igual período de tiempo. Dentro de las actividades de acreditación de laboratorios el área de mayor crecimiento estuvo relacionada a los laboratorios clínicos con más de 1000 (58%) centros acreditados por la Norma ISO 15189:2007 “Laboratorios clínicos-Requisitos particulares para la calidad y la competencia”, adaptación de la ISO 17025 surgida por las particularidades de este tipo de laboratorio. El resto de las

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

acreditaciones están relacionadas a laboratorios de calibración los cuales aumentaron en un 12% ([ENAC, 2010a](#)).

Precisamente en la comunidad europea, se ubica de manera única el primer laboratorio de España acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 para la realización de ensayos de evaluación de la calidad de aplicaciones software: el AQC Lab<sup>6</sup>. Este laboratorio se centra en la realización de ensayos de, evaluación de la Mantenibilidad al software ([ENAC, 2012](#)). A pesar de este resultado, no constan referencias, reglamentaciones o documentos de apoyo establecidos por parte de la entidad acreditadora (ENAC<sup>7</sup>), para evaluar el desempeño de laboratorios de este tipo que soliciten la acreditación.

En América Latina por su parte, también se han creado las bases sobre el tema y países como México (Entidad Mexicana de Acreditación), aunque aún no tienen resultados concretos, si han establecido alianzas para la acreditación de laboratorios, siendo este el caso del laboratorio de pruebas al software perteneciente a NYCE<sup>8</sup>- e-Quallity<sup>9</sup> ([GODÍNEZ, 2010](#)).

Otro ejemplo con resultados crecientes es la Asociación Americana para la Acreditación de Laboratorios (A2LA). La entidad ha ido creando toda una infraestructura de evaluación de la conformidad acreditada, con alcance internacional (más de 50 estados). A finales de 2011 tenía 2318 organismo acreditados, con un incremento de 6,2% respecto al 2010 y del 9,9 % al 2009. Específicamente en el área de tecnología de la información realizó 16 acreditaciones. La tabla 2 muestra el número de organizaciones acreditadas según programas de acreditación adicional, que A2LA asumió en 2011 por la demanda de solicitudes ([A2LA2, 2012](#))

Tabla 2: Número de organizaciones acreditadas por A2LA según programa adicional ([A2LA2, 2012](#)).

Accreditation Program	Medical Laboratories	Proficiency Testing Providers	Reference Material Producers	Inspection Bodies	Product Certification Bodies	TOTAL
as of Dec 31, 2011	3	17	19	6	14	59

En Cuba en el 2012, el ONARC tuvo un incremento del 10% de sus resultados respecto al año anterior, otorgando un total de 61 certificados de acreditación, de ellos el 57% fue en laboratorios de ensayos y el 36% en laboratorios de calibración, la representación más débil estuvo en los órganos de inspección ([ONARC, 2012](#)).

<sup>6</sup> Laboratorio de Evaluación de la Calidad Software

<sup>7</sup> Entidad Nacional de Acreditación

<sup>8</sup> Organismo nacional de normalización en Tecnologías de la Información

<sup>9</sup> Consorcio especializado en prueba de software

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

Hasta la fecha los resultados alcanzados en Cuba son discretos, pero evidencian el trabajo realizado e interés creciente en las actividades de acreditación. Cabe señalar como en la mayoría de los ejemplos analizados en la investigación, los esquemas con mayor implantación de la acreditación son los laboratorios de ensayo y dentro de estos, los dedicados al área de la medicina, análisis físico-químicos, eléctricos, minerales y medioambientales. El caso particular de los laboratorios de ensayo/prueba al software, objeto de análisis de la presente investigación, es tratado solamente por la entidad A2LA, bajo el término de Tecnología de la Información y unos años más tarde por la ENAC pero enfocado solamente a los ensayos del tipo mantenibilidad.

La industria del software en el país, adolece de laboratorios de ensayos que tengan incorporado este mecanismo de garantía hacia la competencia técnica, por lo que el LIPS como laboratorio de referencia nacional en la realización de ensayos al software, debe ser pionero en este sentido y volcar esfuerzos y recursos para estructurar las evaluaciones que realiza, y en consecuencia alcanzar una futura acreditación.

A partir del estudio de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006, el reporte técnico internacional ISO/IEC 13233, el cual establece la interpretación de los requisitos generales de la ISO/IEC Guía 17025 y el documento de requisitos definidos por A2LA “Specific Requirements: Information Technology Testing Laboratory Accreditation Program”, se definirá, como resultado de la investigación, un conjunto de requisitos específicos para la acreditación de laboratorios de ensayo/prueba a aplicaciones informáticas, que aspiren a la acreditación. La misma se empleará como documento complementario a la norma, para la interpretación e implementación de los requisitos que ella establece en el LIPS, como parte de la estructuración de las evaluaciones que en él se realizan desde la perspectiva de la acreditación.

### **1.5.3. Acreditación & Certificación**

La acreditación y certificación son conceptos diferentes que se refieren a distintas actividades, en distintos niveles y con fines desiguales. La acreditación es una evaluación de la conformidad de primer nivel mientras la certificación es de segundo nivel, según el modelo internacional de evaluación de la conformidad ([FAJARDO, 2010](#)).

La certificación puede definirse como “la acción llevada a cabo por una entidad reconocida como independiente de las partes interesadas, mediante la que se manifiesta la conformidad de una empresa, producto, proceso, servicio o persona con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas” ([AENOR, 2010](#)). La acreditación es el reconocimiento otorgado, por una tercera parte, a organizaciones evaluadoras de conformidad como aval de

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

que cumplen con los requisitos especificados y de que son competentes como evaluadores ([CAMBAS, 2005](#)).

La acreditación es un reconocimiento formal de la competencia del laboratorio para llevar a cabo actividades específicas de evaluación de la conformidad y, como tal, brinda a los clientes un medio para acceder a servicios de ensayos confiables. A diferencia de esto, la certificación ISO 9001, por ejemplo, indica que se tiene un sistema de gestión de calidad implantado, no la garantía de que la competencia técnica del laboratorio es adecuada.

Usualmente entre ambos términos se establece una relación directa, dada a que, solo una entidad acreditada puede emitir una certificación ([GONZÁLEZ, 2012](#)). De ahí que, para que un laboratorio de ensayo/prueba pueda otorgar una certificación del producto que evalúa respecto al cumplimiento o no de ciertas características en él, es necesario que el mismo esté acreditado para estas funciones.

Por su parte el alcance de los ensayos al software tiene profundas implicaciones tanto para el diseño del producto, si aún no ha finalizado, como para su puesta en ejecución, de ahí que el ensayo/prueba sea lo suficientemente exhaustivo y correcto para determinar y certificar si el producto debe o no aplicarse.

Basado en lo anterior se concluye que, para los laboratorios que aspiren a alcanzar resultados técnicamente válidos en la realización de ensayos, se requiere una evaluación independiente de su competencia, a través del proceso de acreditación. La certificación por su parte, podrá ser emitida por el laboratorio a favor de los productos evaluados, una vez que el mismo esté acreditado para ello. Por ende en el LIPS, como evaluador de la conformidad a los productos software en el país, se han de crear las condiciones necesarias para alcanzar la acreditación de los ensayos que realiza y así emitir una certificación de los productos evaluados, proporcionando esto garantía a los clientes y un rasgo diferenciador de nuestros servicios de ensayos/pruebas en el mercado.

## 1.6 Evaluación de productos software

El desarrollo de la industria de software en los últimos años ha sido acelerado, demostrado por cifras publicadas de países como Argentina, Uruguay, India, Brasil, China e incluso Cuba, entre otros, reflejadas en ([ARORA y GAMBARDELLA, 2005](#)) ([HERNÁNDEZ, 2009](#)) ([SELA, 2009](#)) ([UNCTAD, 2012](#)); lo que indica la existencia de un mercado que, aunque nada fácil de conquistar, puede constituir una fuente de ingresos para el crecimiento económico de no pocos países ([DELGADO, 2010](#)). Dado este escenario no es una sorpresa que se haya producido en la década del 90 un auge a nivel mundial de la calidad en diversas áreas,

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

a lo que no fue ajena la industria del software ([BENIDI, 2007](#)). Asegurar y controlar la calidad en el proceso de desarrollo de software es esencial, teniendo en cuenta un entorno cada vez más competitivo, dominado por la vorágine de ofertas y las exigencias cada vez más crecientes de los clientes, que demandan en los productos un elemento diferenciador de la competencia. Sin embargo, informes de instituciones dedicadas al análisis de software muestran los siguientes indicadores, para nada alentadores ([ENAC, 2010b](#)), ([BUTLER et al., 2011](#)):

- El 25% de los proyectos de software son abortados.
- Se liberan productos a sus clientes con remanentes del 15% de defectos.
- Muchas empresas gastan de 30% a 44% de su tiempo y dinero en retrabajo sobre software ya liberado.
- Se cumplen las planificaciones de tiempo solamente el 53% de las veces.

Este contexto hace que se torne difícil lograr un posicionamiento y un reconocimiento en el mercado internacional, lo que se traduce, sea un reto para la industria del software, desarrollar las estrategias que le permitan alcanzar un nivel de calidad realmente alto. Cuando se habla de calidad de software la referencia obligada es hacia las pruebas/ensayos de software, como parte esencial del control de la calidad para la detección y prevención de errores durante todo el ciclo de desarrollo del mismo, a fin de minimizar los costes finales.

Según la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos por sus siglas en inglés), las pruebas constituyen “Una 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” ([IEEE 1991](#)). Particularmente ([PRESSMAN, 2002](#)) plantea que “las pruebas del software son un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representa una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación.” Las pruebas se ubican dentro del tema “Verificación y Validación (V&V)”. La verificación se refiere a las actividades que demuestran que el software funciona correctamente y la validación responde a las actividades que aseguran que el software se ajusta a los requisitos del cliente.

Analizando todo lo expuesto anteriormente la autora define que, las pruebas al software constituyen una actividad en la cual un sistema es ejecutado bajo ciertas condiciones o requisitos especificados, se registran los resultados obtenidos, previamente comparados con los resultados esperados y se emite una evaluación final del artefacto.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

---

La disciplina de las pruebas ha ido evolucionando y alcanzando madurez en la medida que han evolucionado las técnicas y paradigmas de desarrollo de software (Parada, 2010). Un buen proceso de pruebas abarca desde la planeación de las pruebas, hasta el seguimiento de la corrección de los fallos detectados.

Un dato que demuestra la importancia de contar con un adecuado proceso de pruebas, fue revelado por un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estándares y de Tecnologías de los Estados Unidos de América, el cual señala que el costo sobre la economía nacional de este país, de no poseer una adecuada infraestructura de pruebas de software, es cercano a los 22 millardos de dólares. Es evidente que esta es un área crítica la cual presupone la definición y estandarización de sus procesos, como una manera de garantizar la uniformidad en la salida de los productos con calidad. Un adecuado proceso de gestión de pruebas, es esencial para la construcción de dicha infraestructura en cualquier empresa y requiere según ([AQC LAB, 2012](#)) de tres pilares fundamentales: un modelo de calidad (que define las características de calidad a evaluar), un procedimiento de ensayo o evaluación (que describe las actividades a realizar) y un conjunto bien definido de métricas.

Recientemente se ha generalizado como tendencia dentro del área de pruebas de software, la creación de entidades que se dediquen a probar software, bajo el concepto de *outsourcing* o tercerización del servicio, impulsado por la necesidad de reducir los costos, la complejidad en la gestión y minimizar el impacto de la obsolescencia tecnológica ([CAPOTE, 2011](#)). Según estudios de Gartner Group, por este concepto el mercado internacional, alcanzó los 1,3 billones de dólares en 2008 ([RODRÍGUEZ AND PIATTINI., 2012](#)).

Gracias al servicio de evaluación independiente del producto software ofrecido por laboratorios de terceras partes como el LIPS, las organizaciones obtienen entre otros los siguientes beneficios:

- Conocer la calidad del producto software que desarrollan o adquieren.
- Controlar la evolución de la calidad de sus productos software a lo largo del ciclo de vida de desarrollo.
- Corregir los defectos software desde las primeras fases del ciclo de vida reduciendo los costes de mantenimiento.
- Aumentar la satisfacción del cliente y mejorar el retorno de la inversión.

Para poder proveer servicios especializados de pruebas al software estas organizaciones deben gestionar de manera eficiente cada uno de sus procesos de gestión y desarrollo. En

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE

otras palabras, necesitan cumplir con estándares y/o modelos de calidad, lo cual se dificulta por la filosofía ágil de los procesos que aplican y por el grado de documentación e infraestructura requerida.

El proceso de evaluación de productos de software alcanza su total madurez cuando se ejecuta por el esquema de la evaluación de tercera parte y otorga una certificación. Para que la certificación posea validez, el laboratorio de pruebas independiente debe estar acreditado para esa función, cumpliendo con funciones reglamentarias de medición y ensayo, a partir de normas reconocidas internacionalmente ([ALONSO., 2011](#)).

Por todo lo anteriormente analizado, teniendo demostrada la necesidad del servicio de tercero confiable en la evaluación de la conformidad que brinda el LIPS, y la factibilidad del laboratorio para ejercer sus funciones de certificación de productos de software, lo cual se logra por medio del proceso de acreditación de laboratorios, es imprescindible que el LIPS, inicie las actividades que sean necesarias para optar por la acreditación. Habida cuenta que el proceso actual de evaluación de productos software del laboratorio responde a los elementos mencionados anteriormente referentes a pruebas/ensayos al software, certificación de productos y acreditación, la autora a través de un gráfico ilustra la situación, ver figura 3.

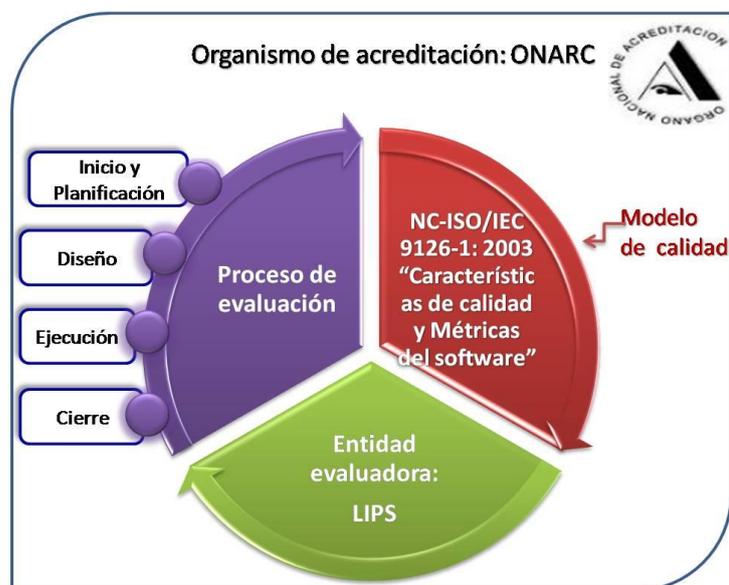


Figura 3: Entorno del LIPS para la acreditación/certificación (Fuente: Elaboración propia).

Para ello deben emplearse los criterios y procedimientos establecidos en la NC-ISO/IEC 17025:2006 que es la utilizada para actividades de acreditación en laboratorios de ensayos y/o calibración.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO RELACIONADO A LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS AL SOFTWARE**

---

### **Conclusiones parciales del capítulo:**

- Un proceso de evaluación a productos software para alcanzar total madurez, debe realizarse por el esquema de tercera parte y otorgar una certificación. Para que la certificación adquiera validez, el laboratorio independiente debe estar acreditado para esa función, empleando normas reconocidas internacionalmente.
- La acreditación de laboratorios es el medio por el cual se puede demostrar competencia técnica para la realización de ensayos y por consiguiente la obtención de resultados técnicamente válidos, imparciales y confiables. Aunque muestra resultados crecientes a nivel mundial, específicamente en el área de ensayos al software se encuentra en un estadio insipiente.
- Dado el carácter genérico de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006, establecida para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración y las especificidades de los laboratorios de ensayos al software, se requiere definir una guía para la interpretación de dicha norma en este caso particular de laboratorios.
- Para CALISOFT y en particular para el LIPS, es impostergable definir e implantar una estrategia que le permita estructurar sus evaluaciones desde la perspectiva de la acreditación, la cual incluirá un conjunto de actividades, indicadores y herramientas que permitirán mejorar la eficiencia en los ensayos que realiza.

### CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

En este capítulo se presenta la estrategia desarrollada para estructurar las evaluaciones del LIPS, desde la perspectiva de la acreditación. Está basada en la norma cubana NC-ISO/IEC 17025:2006. Se estructura en cuatro fases: Inicio, Diseño, Implementación y Evaluación, las cuales son descritas de manera independiente, con un nivel de detalle que facilite su ejecución. A su vez, se definen un conjunto de herramientas de apoyo a la acreditación, entre ellas el documento: “Guía de requisitos complementarios”. Este, constituye una guía para la implementación de la norma en el caso particular de laboratorios que realicen actividades de ensayo/prueba al software. El mismo fue concebido para uso del LIPS, pero puede ser aplicado de manera genérica a cualquier laboratorio de ensayos al software con fines de acreditación.

#### 2.1 Definición de la estrategia de acreditación

Muchos autores han dado su definición de estrategia, al respecto citar a Burgelman donde plantea que estrategia “es la teoría que la alta dirección tiene sobre la base para sus éxitos pasados y futuros” ([BURGELMAN, 2002](#)). Según el portal web de Business Dictionary, estrategia es “una alternativa tomada para que ocurra un futuro deseado, como el cumplimiento de un objetivo o solución de un problema” ([BUSINESS](#)).

El desarrollo de estrategias está asociado a actividades de gestión empresarial y a la puesta en práctica de modelos de calidad y mejora en las empresas. La formulación de la estrategia empresarial se apoya siempre en la necesidad de responder eficientemente y de actuar con eficacia en un entorno (genérico y específico) complejo, con grandes cambios ([FAJARDO, 2010](#)).

Las estrategias se diseñan para resolver problemas de la práctica y vencer dificultades con optimización de tiempo y recursos. Permiten proyectar un cambio cualitativo en el sistema a partir de eliminar las contradicciones entre el estado actual y el deseado. Implican un proceso de planificación en el que se produce el establecimiento de secuencias de acciones orientadas hacia el fin a alcanzar; lo cual no significa un único curso de las mismas. Interrelacionan dialécticamente en un plan global los objetivos o fines que se persiguen y la metodología para alcanzarlos ([CASTILLO y PALACIOS, 2005](#)).

De ahí que, se define en la presente investigación el criterio que considera que: la estrategia ha sido concebida como manera de planificar y dirigir las acciones para alcanzar determinados objetivos.

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

---

Para la presentación de la estrategia en la investigación, apoyado en bibliografía consultada, su organización se estructuró de la siguiente manera ([DE ARMAS ET AL, 2003](#)):

- *Introducción:* Se establecen los referentes teóricos relacionados a la acreditación de ensayos, de manera particular para las actividades de ensayo/prueba al software. Necesidades que fundamentan la definición de una estrategia para transformar el estado actual del LIPS, en aras de prepararlo adecuadamente para la acreditación.
- *Diagnóstico:* Se realiza con el objetivo de conocer el estado real del LIPS, respecto al deseado, en cuanto a la organización y adecuación del mismo para alcanzar la acreditación, basado en la implementación de los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025: 2006.
- *Objetivo general de la estrategia:* Estructurar las evaluaciones que se realizan en el LIPS a partir de los procesos de gestión y técnicos que las determinan, según los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006, con el propósito de adecuar al laboratorio para la acreditación.
- *Planeación estratégica:* La estrategia está estructura a partir de 4 fases o etapas relacionadas, que se complementan entre sí, con objetivos definidos y planificación de acciones de orientación, ejecución y control.
- *Instrumentación:* La manera de ejecutar la estrategia definida se basó en la implementación de acciones controladas, establecidas en cada una de las cuatro etapas que la integran. La estrategia será guiada por el grupo de Seguimiento y Control de la Calidad y los Servicios (SCCS) del LIPS y participarán todos los especialistas de dicho laboratorio. Está planificado un tiempo de ejecución de un año aproximadamente.
- *Evaluación:* La misma será controlada por actividades propias de este tipo, definidas para ello y concebidas dentro de la estrategia para ir alcanzando el estado deseado.

La misma ha sido concebida para planificar y orientar las acciones necesarias que permitan estructurar las evaluaciones que se realizan en el LIPS, según los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 y el documento “Guía de requisitos complementarios”, con fines de acreditación. Con ella se pretende responder a qué hay que hacer, cómo, quiénes, con qué herramientas, para que todos los intereses estén representados de manera integral. En la figura 4 se muestra la estructura básica definida por la autora para elaborar la estrategia propuesta.



Figura 4: Aspectos que conforman la estrategia de acreditación (Fuente: Elaboración propia).

En el caso de la acreditación del LIPS, presupone una complejidad mayor para el ONARC, dentro de las actividades de acreditación, por ser los ensayos/pruebas al software una actividad muy específica que requiere un tratamiento especial y del cual no constan antecedentes en el país.

Para llevar a cabo la estrategia fue necesario determinar metas y objetivos a largo, mediano y corto plazo y adecuar acciones y recursos a partir de las capacidades y carencias internas, así como en la posible anticipación a los cambios del entorno. Entonces, se establece como posible planeación estratégica un conjunto de aspectos que se han desglosado en cuatro fases, integradas por diferentes actividades, cada uno con sus respectivos artefactos de entrada o salida. Basado en lo establecido para las actividades de acreditación y la experiencia de otros laboratorios en el tema, se tomó lo que se considera aplica al LIPS y se adaptó para ser utilizado en la presente investigación.

Resumiendo, se considera que se debe transitar por cuatro fases fundamentales, FI-Inicio, FII-Diseño-, FIII- Implementación y FIV-Evaluación como se muestra en la figura 5. Estas etapas se complementan entre sí, de manera similar a un proceso, por lo no pueden ser concebidas de forma independiente una de la otra.

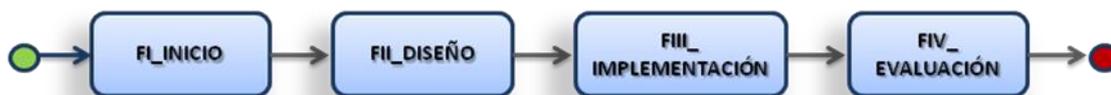


Figura 5: Fases propuestas como estrategia de acreditación (Fuente: Elaboración propia).

En los próximos epígrafes se describirán las actividades relativas a cada una de las fases llevado ya a las especificidades del proyecto, estableciendo los involucrados y principales artefactos de entrada y/o salida en cada una de ellas, para un mejor entendimiento de la propuesta. El objetivo fundamental de este diseño es lograr una interrelación adecuada entre las actividades, que facilite y garantice la ejecución exitosa de cada una.

## 2.2 Fases de la estrategia

### 2.2.1 Fase de Inicio

Durante la fase de inicio deben establecerse las actividades que den paso al arranque formal del proyecto por las partes involucradas. Tiene el objetivo de caracterizar el estado actual del laboratorio en materia de gestión de la calidad, para diagnosticar de manera detallada los procesos actuales del laboratorio y su adecuación a los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006. Basado en dichos resultados se han de trazar las actividades necesarias para la implantación de dicha norma. Para ello debe existir un grupo encargado de velar por la realización y calidad de estas actividades, con total respaldo y compromiso de la dirección del centro para con la tarea.

Para esta fase se proponen las actividades descritas en la Figura 6, especificando las entradas y salidas, asociadas al flujo de actividades, así como las acciones y los documentos que constituyen aval del trabajo realizado.

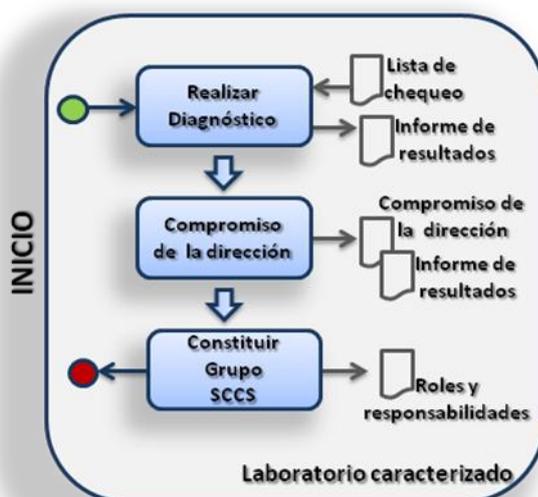


Figura 6: Representación gráfica de la Fase de Inicio (Fuente: Elaboración propia).

**Realizar Diagnóstico:** Con el objetivo de conocer la situación actual del laboratorio en materia de gestión de la calidad, así como evaluar el grado de adecuación al SGC que se prevé implantar, con vistas a preparar al laboratorio para la acreditación, se hace necesario la realización de un diagnóstico a todas las actividades del LIPS.

EL diagnóstico estará orientado al cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 y los criterios técnicos adicionales para laboratorios de ensayos/pruebas al software, según el documento “Guía de Requisitos complementarios”. Basado en ello se definió una lista de chequeo como instrumento de medición a utilizar en el diagnóstico (ver anexo 4). La misma está estructurada según los requisitos a comprobar, demarcando aspectos que se consideran importantes para el análisis. Consiste en la revisión detallada de cada requisito, asignándole un estado de cumplimiento de acuerdo a la tabla 3, mostrada a continuación:

Tabla 3: Estado de cumplimiento de los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 (Fuente: Elaboración propia).

No	Requisito	Estado del requisito	Evidencia		Observaciones
			Entrevista	Documento	
		A- No aplicado, ni documentado/No existe.			
		B- Documentado, no aplicado.			
		C- Aplicado, no documentado.			
		D- Aplicado y documentado.			

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

		E- Aplicado, documentado y controlado.			
		NA - No aplica.			

Una vez identificado el estado de cada requisito se realiza una ponderación de acuerdo a los valores definidos en la tabla 4. La misma representa numéricamente el estado de cumplimiento de cada requisito.

Tabla 4: Valores de cumplimiento de cada requisito (Fuente: Elaboración propia).

Valor	Estado del requisito
0%	A- No aplicado, ni documentado/No existe.
25%	B- Documentado, no aplicado.
50%	C- Aplicado, no documentado.
75%	D- Aplicado y documentado.
100%	E- Aplicado, documentado y controlado.
NA	No aplica.

Esta evaluación al sistema actual de trabajo del laboratorio permitirá identificar las diferencias y desviaciones en procedimientos de gestión y técnicos comparados con la norma, debiéndose obtener:

- Estructura jerárquica y funcional del laboratorio y de la entidad superior en que se enmarca.
- Necesidades de capacitación de los recursos humanos para asumir las responsabilidades y tareas asociadas a las actividades de acreditación y otras específicas que desarrolla el laboratorio; a considerar especialmente aquellos procesos y procedimientos que se verán afectados por el alcance de la acreditación.
- Verificación de la documentación existente en el laboratorio, dígame: ausencia de procedimientos escritos, incumplimiento de procedimientos establecidos, procedimientos u otros documentos que requieran mantenerse o adecuarse, según los requerimientos de la norma de aplicación.

Una vez realizada la evaluación, los resultados son expuesto en el informe: “Resultados del diagnóstico”, (ver anexo 5) a partir del cual se derivan una serie de actividades como: definir responsabilidades, plazos y lineamientos frente a cada elemento del SGC identificado. Este informe debe incluir además una trazabilidad de la lista de chequeo aplicada, respecto a los resultados obtenidos. El documento resultante debe ser presentado a la dirección para su análisis y aprobación.

**Compromiso de la dirección:** A partir de este momento la dirección del laboratorio y CALISOFT han de comprometerse, involucrarse y concientizar al resto del personal que forma parte de las actividades del laboratorio, con la implantación del Sistema de Gestión. La dirección define, conduce y monitorea el desarrollo e implantación del SGC de acuerdo a las políticas y objetivos del laboratorio. Para este propósito debe proveer los recursos necesarios para el óptimo desarrollo del sistema y sus respectivas revisiones.

Uno de los errores más frecuentes y graves es iniciar el proceso de implantación sin que la dirección se haya involucrado y comprometido con el mismo. Como parte de las actividades iniciales de la dirección, está la presentación a esta del documento “Informe de resultados del diagnóstico”, para su análisis y aprobación y la propuesta de un grupo de trabajo responsable de la implementación de las actividades derivadas del diagnóstico. El resultado de esta reunión dejará conformado y aprobado por los entes participantes el documento “Informe final de0 resultados”, a partir de las sugerencias que puedan realizarse a la estrategia, su cronograma de ejecución (documento Cronograma de actividades) y el nombramiento oficial del nuevo grupo de trabajo. Posteriormente se presenta la estrategia aprobada a todos los trabajadores y otras partes interesadas.

**Constituir grupo de calidad:** Como parte de las actividades de preparación del laboratorio para la acreditación está la adecuación y definición de procesos y actividades según los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006, y la Guía de requisitos complementarios para laboratorios de ensayos/ al software (ver anexo 6). Todo esto requiere, de manera indispensable, un marco de trabajo con sus respectivos niveles de autoridad y autonomía, que gestione y guíe las actividades requeridas para ello. Por consiguiente, se designará el equipo de trabajo aprobado anteriormente por la dirección, dígase grupo de: “Seguimiento y Control de la Calidad y los Servicios” (SCCS), cuya responsabilidad será la de coordinar e implantar el SGC el laboratorio. Este tiene total respaldo y compromiso por parte de la dirección como máxima autoridad en el centro, involucrado en el proceso y con intereses marcados en el fin. Sus principales funciones son:

- Establecer la política de calidad.
- Planificar, orientar y monitorear el desarrollo e implantación del SGC.
- Asignar los recursos necesarios.

Se han de definir los roles y responsabilidades de este grupo como líder organizacional en la tarea y la actualización del cronograma, con responsables frente a las actividades identificadas como resultado del diagnóstico (ver anexo 7).

En la siguiente tabla se muestran las actividades involucradas en esta fase y los artefactos de apoyo generados en cada una.

Tabla 5: Actividades y artefactos de la fase de Inicio (Fuente: Elaboración propia).

Actividades	Artefactos
FI-1 Diagnóstico	Lista de chequeo Informe de resultados del diagnóstico
FI-2 Compromiso con la dirección	Minuta de reunión: "Compromiso de la dirección" Informe de resultados del diagnóstico (aprobado)
FI-3 Constituir el grupo de Seguimiento y Control de la Calidad y los Servicios (SCCS)	Documento: Roles y responsabilidades Cronograma de actividades

### 2.2.2 Fase de Diseño

El diseño de un SGC es vital para asegurar la integridad de los datos y la organización de la información que se gestiona en un laboratorio, máxime si este se está preparando para acreditar los ensayos que realiza. Por ello es necesario describir en forma de documentos todos los procesos y actividades que se llevan a cabo en el laboratorio. Esta es la fase donde se define, diseña y establece toda la documentación requerida en el laboratorio, a partir de lo orientado en la norma adoptada, la misma constituye la estructura documental aceptada en el laboratorio y que define el SGC a desarrollar.

Para esta fase se proponen las actividades descritas en la Figura 7, especificando las entradas y salidas, asociadas al flujo de actividades, así como las acciones y los documentos que constituyen aval del trabajo realizado.

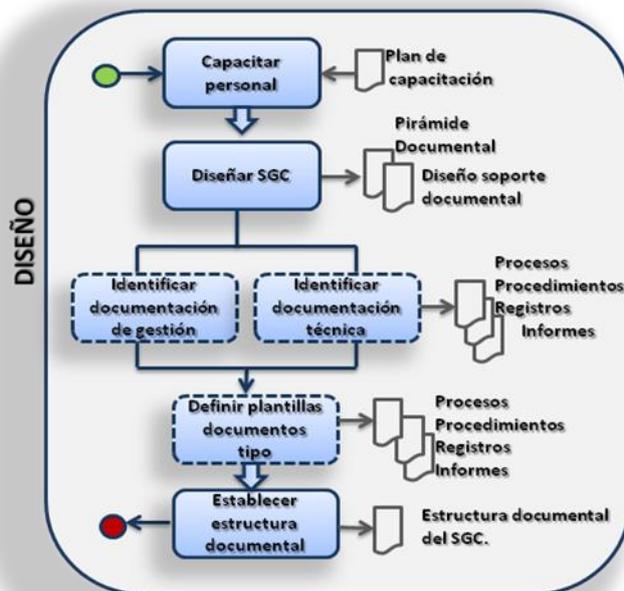


Figura 7: Representación gráfica de la Fase de Diseño (Fuente: Elaboración propia).

**Capacitar personal:** En la puesta en marcha y éxito del proyecto es imprescindible la motivación y concientización de todo el personal del laboratorio, por ello desde esta etapa resulta estratégico iniciar las actividades de formación y capacitación de los recursos humanos. En el campo de evaluación de la conformidad a productos software como en cualquier otro, la competencia de las personas que gestionan y realizan las actividades de evaluación es de suma importancia. Debe haber una clara comprensión de los conocimientos, habilidades y experiencia necesaria para los que ejecuten las tareas de evaluación. Con el objetivo de involucrar a todo el personal del laboratorio, en el desarrollo del sistema, es imprescindible realizar acciones de capacitación y formación durante el proceso de implantación.

Las actividades de capacitación estarán vinculadas con la motivación, la organización y la gestión para llevar a cabo la implementación del SGC. La formación, por su parte, será en aspectos técnicos de las actividades propias de cada especialista según su rol dentro del laboratorio y que están involucradas también dentro del proceso de acreditación.

En ambos casos las actividades estarán recogidas en un Plan de capacitación y Plan de formación, con sus respectivos registros como evidencia objetiva del cumplimiento. A consideración del laboratorio, ambas actividades coexisten en un mismo documento, siempre especificando a qué responde cada una y se elabora el documento de manera individual, por especialista (ver anexo 8).

La dirección del centro teniendo en cuenta las necesidades actuales y futuras ha de establecer dichos planes. El mismo debe abarcar un conjunto de acciones dirigidas a proporcionar la información y capacitación adecuada a cada nivel operativo y el modo de evaluar la eficacia de dichas acciones implementadas.

Es conveniente comenzar con una sensibilización general de los involucrados frente a la filosofía de trabajo, propósitos, importancia, ventajas, mejoras que se obtienen en la realización de los procesos y el compromiso que deberán tener todos los implicados para alcanzar el éxito en la implantación y puesta en marcha del SGC bajo la norma NC-ISO/IEC17025:2006.

La capacitación debe abarcar conceptos claros sobre el sistema de calidad, las normas principales y los requisitos que deben cumplirse en primera instancia, así como aspectos de la acreditación que hacen de esta, una herramienta específica para asegurar competencia técnica en laboratorios de ensayos/pruebas de la industria del software. La idea es asegurar que todos estén completamente listos para participar en la experiencia de acreditación.

**Diseñar SGC:** El diseño del sistema inicia desde la planeación del mismo. Parte del análisis de dos factores determinantes dada su interrelación: características de la actividad que realiza el laboratorio, más modelo de calidad a implantar aplicado a la situación actual del laboratorio.

En el caso de un laboratorio de evaluación de productos software cuya actividad principal es realizar ensayos/pruebas al software para verificar la calidad, es necesario contar con una serie de características las cuáles fueron definidas por la autora en el capítulo I: un modelo de calidad que defina las características de calidad a evaluar en el producto, un conjunto de métricas para medir dichas características, un procedimiento de ensayo que describa cómo realizarlo y un entorno de pruebas adecuadamente definido e independiente del equipo de desarrollo. Estos pilares, de conjunto a los requerimientos establecidos en la norma NC-ISO/IEC 17025:2006, serán las referencias a tener en cuenta para establecer una manera de hacer superior a la actual, caracterizada por la estandarización de los procesos para mejorar la eficiencia de los mismos, a partir del análisis de los procesos internos que se realizan en el laboratorio.

Como resultado de este estudio, se derivan una serie de documentos tipo (procesos, procedimientos, registros, informes, etc.) específicos a cada actividad y la estructura adoptada para cada uno a la hora de elaborarlos, considerando la planificación, la realización, el control y la mejora de los resultados en cada proceso, (ver repositorio de datos). Todo ello constituye la documentación de gestión y técnica que conformará el sistema de gestión en LIPS. Su objetivo es tener disponible, una documentación que explique la manera común de hacer en el laboratorio y así poder prescindir de las actividades persona-dependientes, o sea, las tareas se realizarán siempre de acuerdo a un procedimiento documentado, sin estar condicionado a quien esté a cargo de las mismas o la experticia de ciertos especialistas.

La documentación se elaborará como resultado de talleres temáticos y mesas de trabajo. Se persigue una documentación de redacción concisa y concreta que a través del uso de esquemas o diagramas de flujo faciliten la comprensión, con límites definidos y acorde con las actividades reales desarrolladas en el laboratorio y con los propios requisitos de la norma. Los documentos deben ser estrictamente los necesarios, mínimos e indispensables que se precisen para definir y regular en forma clara y precisa todos los procesos del laboratorio. La documentación del sistema es dinámica al objeto de adaptarse a las necesidades del laboratorio a medida que surjan o se detecta que puedan surgir, estando sujeta por tanto, a continuas modificaciones, siempre recogidas en la edición en vigor o a la

creación de nuevos documentos debidamente identificados una vez integrados en el soporte documental.

**Establecer estructura documental:** Una vez identificada toda la documentación requerida, se establece una ubicación estructurada de la misma, para una mejor organización, control, disponibilidad y manipulación. Esta puede estar en formato duro o digital, según establezca el laboratorio. En caso de realizar un archivo documental digital, se recomienda el empleo de una herramienta para su uso.

De manera general la documentación elaborada por el laboratorio se plasma en la denominada “Pirámide Documental” que se refleja en la actividad “Diseñar SGC”. La misma refleja por niveles de jerarquía, los tipos de documentos definidos sobre los cuales se basará el sistema a implantar. En un 1<sup>er</sup> nivel se ubica el Manual de Calidad, documento fundamental en que el laboratorio explica “qué” se hace para ofrecer un servicio que satisfaga las necesidades de los clientes, dando cumplimiento a cada uno de los apartados de la norma implantada. En el segundo nivel se establecen los procesos, en el nivel tres se agrupan los documentos de soporte del sistema (procedimientos) y en el cuarto nivel los documentos de apoyo y evidencia del SGC en explotación (registros, informes, formularios, etc.)

Antes de comenzar a escribir cada uno de los procedimientos establecidos es importante definir la política y objetivos de calidad, que permitan mejorar continuamente los resultados del SGC.

Las actividades involucradas en esta fase y los artefactos generados en cada una de apoyo a la actividad se muestran en el anexo 9.

### **2.2.3 Fase de Implementación**

La implementación de un SGC implica que los procesos y actividades del laboratorio deban estar plasmados documentalmente, en aras de lograr una estandarización y orientar al personal hacia una cultura de organización. La fase de implementación se compone por dos apartados fundamentales, el desarrollo de la documentación antes identificada y la propia implementación en sí, o sea la puesta en práctica de dicho sistema a partir de la ejecución de todo lo documentado.

Para esta fase se proponen las actividades descritas en la Figura 8, especificando las entradas y salidas, asociadas al flujo de actividades, así como las acciones y los documentos que constituyen aval del trabajo realizado.

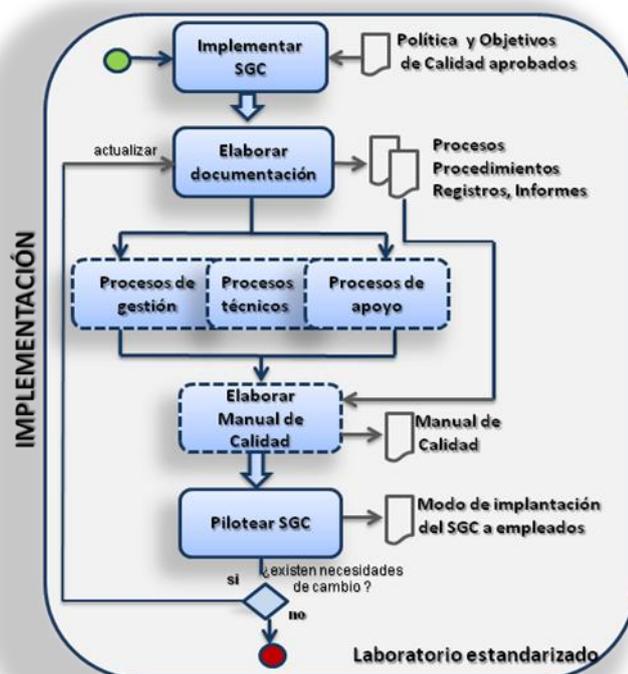


Figura 8. Representación gráfica de la Fase de Implementación (Fuente: Elaboración propia).

**Implementar SGC:** Un aspecto a considerar que es de especial relevancia es el desarrollo de la documentación. Esta actividad comprende la elaboración por escrito de toda la documentación antes definida (procesos, procedimientos, registros, informes, etc.), asociada a los procesos de gestión que posibilitan la ejecución y calidad de los ensayos/pruebas, o puramente la realización técnica de estos.

La documentación debe ser confeccionada por el grupo de especialistas cuyas actividades y responsabilidades en el laboratorio estén relacionadas con los propios procedimientos definidos en el sistema de gestión. La redacción debe ser coordinada por una sola persona que tenga el conocimiento de las actividades del laboratorio, de manera que se establezca homogeneidad en cuanto a formato y normas de calidad establecidos.

Una vez concluida la totalidad de la documentación ésta debe ser liberada y distribuida entre los usuarios potenciales de éstos, con el objetivo de poder comentar y evaluar su facilidad de aplicación. Tener procesos y procedimientos ágiles y comprensibles por todos los involucrados garantiza el paso por las distintas actividades y, finalmente, la satisfacción del cliente.

Es importante la divulgación que se realice sobre los documentos una vez elaborados, para una correcta aplicación de los mismos.

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

---

Una vez escritos y aprobados los procesos y procedimientos identificados, se puede dar inicio a la elaboración del manual de calidad. No existe una estructura o formato requerido para un manual, sin embargo, este deberá reflejar de forma precisa, completa y concisa la política de la calidad, los objetivos y los procedimientos documentados vigentes del laboratorio. Es recomendable relacionar las secciones del manual a los requisitos de la norma vigente. Se debe designar un responsable para la realización del mismo. Este debe involucrar en su desarrollo el personal que tenga impacto en el sistema de calidad. El documento debe pasar por un proceso de aprobación, edición y control, con el fin de garantizar exactitud, idoneidad y una correcta estructuración.

Los usuarios finales han de valorar y comentar las posibilidades de uso del manual y posteriormente se presentará a la dirección para su aprobación y puesta en ejecución. Como parte de la documentación del SGC, los cambios y modificaciones a este artefacto estarán sujetos al procedimiento establecido por el laboratorio para el control de la documentación.

**Pilotear SGC:** Desde el punto de vista práctico, el sistema de calidad se aplica inmediatamente después de que el manual de calidad es aprobado. En este momento, la puesta en marcha del SGC conlleva esencialmente dos aspectos: hacer una presentación a los recursos humanos del sistema resultante para el laboratorio, dígame estructura documental y dar a conocer el modo de implantación, con el propósito de que se familiaricen y apliquen la documentación elaborada. Este es el momento de plasmar en la realidad todo lo que se ha escrito y donde se ponen de manifiesto los primeros aciertos y errores en lo documentado, a partir de la experiencia de los propios especialistas en la explotación del SGC.

Las necesidades de cambio en los documentos que surjan a raíz de su pilotaje, deben ser comunicadas al administrador del SGC quien coordinará las mesas de trabajo o talleres necesarios para la actualización de los mismos, espacio clave para solventar todas las dudas que puedan ir apareciendo. Se debe presentar además, un plan de difusión del SGC que involucre activamente a todo el personal en las tareas de puesta en marcha y pilotaje. Todas estas actividades deben ser previamente informadas a la dirección del laboratorio, quien además debe estar vinculada a las mismas.

Las actividades involucradas en esta fase y los artefactos generados en cada una de apoyo a la actividad se muestran en el anexo 10.

### 2.2.4 Fase de Evaluación

La fase de evaluación, juega un papel protagónico para obtener un laboratorio listo a emprender un proceso de acreditación. Permitirá el perfeccionamiento de lo realizado hasta el momento, a partir de un exhaustivo control y la detección de no conformidades, las cuales son definidas como incumplimientos de requisitos que puedan afectar la calidad de los ensayos/pruebas. El objetivo de esta fase es evaluar si el SGC ha sido implementado de manera eficiente y cumple los propósitos para el cual fue diseñado. La evaluación de los elementos del sistema se realiza mediante la aplicación de visitas de control y auditorías internas y externas.

Para esta fase se proponen las actividades descritas en la figura 9, especificando las entradas y salidas, asociadas al flujo de actividades, así como las acciones y los documentos que constituyen aval del trabajo realizado y a la vez artefactos de control o evaluación durante las revisiones o auditorías propias del proceso.

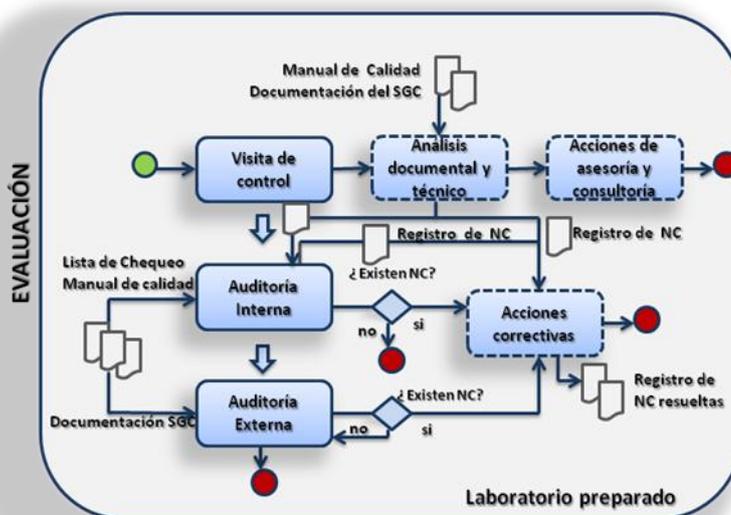


Figura 9. Representación gráfica de la Fase de Evaluación. (Fuente: Elaboración propia).

**Visita de Control:** Durante el proceso de implantación del SGC es productivo incorporar actividades de control, de carácter parcial o total, que permitan el seguimiento y evaluación de los procesos del sistema. Prevé un control del trabajo a través de revisiones y análisis documental e interacción directa con los especialistas. Pueden ser realizadas por personal técnico capacitado en el tema de acreditación de ensayo e implantación de sistemas de gestión y por la dirección, como parte de las responsabilidades de esta con la implantación del SGC en el laboratorio.

Esta evaluación preliminar resulta útil para revisar todas las dudas que el laboratorio pueda tener y requieran de presencia in situ para su resolución. Así mismo entrena al personal del

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

---

laboratorio para las posteriores auditorías interna y externa. Este tipo de revisiones tiene la finalidad de monitorear el cumplimiento de lo programado, mostrando de manera oportuna las desviaciones en relación con los estándares para que puedan iniciarse acciones correctivas y así asegurar la mejora continua del SGC desde etapas tempranas e introducir los cambios adecuados. El resultado debe documentarse adecuadamente en un Informe de no conformidades, (ver anexo 11), así como las acciones derivadas de la misma. El resultado de estas visitas constituye un elemento de entrada y mejora para las actividades de auditoría, las cuales permitirán constatar que la acción emprendida es la adecuada.

**Auditoría:** La auditoría es una herramienta muy importante para la evaluación del SGC, por medio de la cual se adquieren evidencias objetivas concernientes a reducir, eliminar y prevenir las no conformidades. Las auditorías al sistema están previstas se apliquen interna y externamente, según el plan de auditorías (ver anexo 12). Incluyen la revisión de todos los aspectos técnicos y de gestión recogidos por la norma de aplicación (NC ISO/IEC 17025:2006) y la documentación del propio sistema del laboratorio. Se evalúa especialmente el grado de implantación de los requisitos de la norma, la adecuación de los mismos a la naturaleza del laboratorio, la efectividad del sistema de gestión implantado y se detectan oportunidades de mejora. Para ello se seleccionan actividades relacionadas con los servicios de ensayos/pruebas, principalmente la realización de una muestra representativa de los ensayos/pruebas que serán objeto de acreditación y se solicita la actuación del personal técnico. Debe ser realizada por personas que no tengan responsabilidad directa sobre el área examinada, con el fin de evitar subjetividades.

Tras la realización de la auditoría se entrega a la entidad solicitante un informe final de auditoría con los hallazgos de la evaluación realizada. Es sumamente importante que el resultado se tome como un indicador de las debilidades del laboratorio. La acción que se decida tomar para su solución podrá ser entonces, preventiva, correctiva o mejoras, de acuerdo a la causa de la debilidad, según planes de acciones correctivas, preventivas y mejora. La planeación de las acciones incluye su programación y la designación del responsable competente de la ejecución. Es prudente la planificación de las auditorías pasado un tiempo de implantación del sistema para que existan resultados objetivos.

Las auditorías internas serán efectuadas por miembros del propio centro, ya sea por personal del laboratorio o de otro departamento de CALISOFT, que cuente con los conocimientos necesarios y formación de auditor. Las externas se realizarán por auditores nacionales y/o entidades externas, siempre delimitando el objetivo y alcance de las partes interesadas.

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

En la siguiente tabla se muestran las actividades involucradas en esta fase y los artefactos generados en cada una o de apoyo a la actividad.

Tabla 6: Actividades y artefactos de la fase de Evaluación (Fuente: Elaboración propia).

Actividades	Artefactos
FIV-1 Visitas de control	Plan de revisiones. Registro de No Conformidades.
FIV -2 Auditoría Interna	Plan de auditorías. Registro de No Conformidades (actualizado). Informe final de evaluación. Registro de No Conformidades. Plan de acciones correctivas.
FIV -3 Auditoría externa	Plan de auditorías. Informe final de evaluación. Registro de No Conformidades (actualizado). Plan de acciones correctivas.
Común	Lista de Chequeo. Manual de Calidad. Documentación SGC.

Cuando la evaluación interna al laboratorio indica que se ha alcanzado un nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma que le permiten estimar una probabilidad razonable de “pasar” la evaluación por parte del ente acreditador, la institución puede aplicar al proceso formal de acreditación. Este es el momento de iniciar formalmente, ante la entidad nacional de acreditación ONARC, la solicitud de la misma y mostrar el trabajo del laboratorio para su evaluación.

Una práctica que se ha hecho común dentro de los organismos de acreditación y certificación, es que antes que el organismo candidato solicite su evaluación, el sistema de calidad deberá tener, como mínimo, seis meses de haber sido completamente implantado y al menos una revisión interna.

### 2.3 Herramientas de apoyo a la acreditación

A lo largo de la implantación de la estrategia se requiere de la utilización de herramientas de apoyo para cada una de sus fases, que permitan gestionar más eficientemente el proceso, ayudando a obtener un laboratorio preparado para optar por la acreditación de los ensayos/pruebas que realiza al software. A continuación se describen algunas de estas herramientas:

#### 2.3.1 Documento Guía de requisitos complementarios

La norma establecida a escala nacional para la acreditación de laboratorios y adoptada en el LIPS para demostrar su competencia técnica, como tercero independiente y confiable en la realización de ensayos/pruebas, es la NC-ISO/IEC 17025:2006. Esta normativa describe los requisitos esenciales a cumplimentar durante la realización de los ensayos/pruebas de evaluación de la conformidad, para su acreditación. Si bien estos requisitos son comunes

para todos los laboratorios, se aplican a campos muy específicos como lo es el software. Por la necesidad de realizar en esta área ensayos con exactitud y obtener resultados fiables, es imprescindible una interpretación de la norma en función del producto que se está evaluando.

En consecuencia fue necesario desarrollar criterios adicionales para las actividades de acreditación de ensayos/pruebas al software. Como resultado de la investigación se definieron un conjunto de requisitos específicos, tanto de gestión como técnicos, que están agrupados en el documento “Guía de requisitos complementarios” descritos en el anexo 6. Para su elaboración se tuvo en cuenta como referente en el tema, el reporte técnico internacional ISO/IEC 13233 para la interpretación de la norma adoptada en el área de tecnología de la información, la NC-ISO/IEC 17025:2006 que establece los requerimientos para las entidades que certifican productos y servicios y la guía de requisitos establecida por la asociación americana A2LA “Specific Requirements: Information Technology Testing Laboratory Accreditation Program”.

Los requisitos se elaboraron de manera objetiva, precisa, evitando ambigüedades, con una intención definida y coherente con la finalidad de la norma para las actividades específicas a que están orientados. Fueron definidos para el caso particular del LIPS pero pueden ser aplicados en cualquier laboratorio de ensayos/pruebas de la industria del software, con fines de acreditación. El objetivo es evitar que surjan diferentes interpretaciones de la norma y queden actividades que repercutan directa o indirectamente en la realización y resultados de los ensayos/pruebas.

Para su obtención se utilizaron los métodos de observación, entrevista a profundidad y talleres temáticos. Para la evaluación de la propuesta se constituyó un comité multidisciplinario de 10 miembros, integrado por especialistas de software de diferentes empresas desarrolladoras en el país, especialistas de calidad, de normalización, de pruebas al software y personal de laboratorios con experiencia en el tema y que hoy tienen esta categoría (Ministerio de las Comunicaciones (MINCOM), Empresa de Soluciones Informáticas (SOFTTEL), Empresa Cubana Nacional de Software (DESOFT), Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), y CALISOFT). De este espacio surgieron criterios y sugerencias que se tuvieron en cuenta en la versión final del documento.

Posteriormente se presentó al Comité Técnico de Acreditación de la ONARC, como organismo nacional con determinación para desarrollar normas de consenso o documentos específicos para laboratorios que realicen actividades que requieran un tratamiento especial.

Una vez que sea aprobado, está autorizado su uso en el Programa de Acreditación de laboratorios de software en el país.

### **2.3.2 Repositorio de datos**

Durante el proceso de preparar y organizar al laboratorio para la acreditación, según lo reglamentado y normalizado para ello, se va generando cierto volumen de información que debe estar documentado formalmente, ya sea en formato duro o digital y almacenado para su conocimiento y aplicación; en el caso específico de esta investigación, por las características del laboratorio, se decidió que la documentación estará en formato digital.

Por su parte, los SGC se caracterizan por ser dinámicos y estar sujetos a actualizaciones y cambios constantemente, en busca de la mejora continua. Para alcanzar este fin, se requiere de herramientas que permitan mantener disponibilidad, integridad y coherencia entre lo documentado en el sistema.

La implementación de un repositorio de datos, es una de las vías más popularizadas en el tema de preservación de la información, en formato digital. Por tanto, la documentación que conforma el sistema de gestión, se decidió almacenar en un repositorio de datos, por las bondades que ofrece para el control y la manipulación de la información.

Toda la documentación definida es lo que conforma la estructura documental establecida y está dispuesta en el SGC, como requisito para la obtención de la acreditación. Este constituye la estructura organizacional aceptada en el LIPS, con los procesos, procedimientos, registros y recursos necesarios para guiar las acciones de manera coordinada. Está basado en la norma adoptada (NC-ISO/IEC 17025:2006) y los requisitos definidos para este caso particular de laboratorio. El mismo proporcionará evidencia objetiva que el laboratorio se ajusta efectivamente a la norma y por lo tanto, tiene más probabilidades de proporcionar el nivel requerido de servicio de ensayo/prueba al cliente.

Para operar con el repositorio se adoptó la herramienta Subversion (SVN), como modelo de trabajo colaborativo que permite “copiar-modificar-fusionar” un mismo conjunto de datos desde diferentes ubicaciones de una red, bajo un control de versiones y de la cual se tenía experiencia y resultados en el LIPS en la gestión de los diferentes procesos de pruebas desarrollados. Ofrece un conjunto de servicios que incluyen acceso, almacenamiento, gestión, distribución y preservación de la documentación depositada. El repositorio cuenta con una estructura en forma de árbol, con jerarquía de directorios y archivos. Para salvaguardar la información existe un repositorio réplica, que como vía de respaldo realiza salvadas internamente, lo cual permite la recuperación de esta en caso de algún problema con el repositorio.

## CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DE ACREDITACIÓN

El SGC implantado en el LIPS, presenta una estructura documental basado en la línea organizacional de la denominada pirámide documental. El mismo ubica jerárquicamente, en tres niveles, según nivel de relevancia los tipos de documentos definidos, dígame manual de calidad, procesos, procedimientos, registros, etc. véase figura 10.



Figura 10. Pirámide Documental del SGC. (Fuente: Elaboración propia).

A partir de la información establecida en cada uno de estos niveles, se estableció la estructura del repositorio de datos. El mismo está dividido en ocho áreas de trabajo (ver figura 11): administración, bibliografía, documentos externos, documentos obsoletos (almacenamiento histórico), procedimientos del SGC y procesos claves, estratégicos y de apoyo, las cuales se describen a continuación:

- Administración: Agrupa la documentación rectora del sistema, dígame manual, política y objetivos de calidad, plantillas oficiales y recursos humanos.
- Bibliografía: Aquí se encuentran todas las normativas y referentes teóricos relacionados con las actividades propias del laboratorio y de la acreditación.
- Documentos externos: Son aquellos documentos que se originan fuera del SGC del laboratorio, que justifican, controlan e influyen directamente en la calidad del servicio.
- Documentos obsoletos: Agrupa los documentos que ya no se encuentran vigentes en el SGC pero que deben preservarse por un el período de tiempo de un año, después de considerarse obsoletos, según procedimiento CS-SGC-PD (12-001) Procedimiento para el control de la documentación y los registros, (ver repositorio).
- Procedimientos del SGC: Contiene la descripción de los procedimientos (forma o método especificado de desarrollar una actividad o proceso) establecidos por la norma y que aplican al laboratorio, ya sean de gestión o técnicos, con su correspondiente plan, registro y/o informe de resultado según lo requiera.
- Procesos estratégicos: Comprende los procesos destinados a la gestión de las actividades y servicios del LIPS y están relacionados principalmente con la dirección.

Ellos son: CS-05-PD (12-001) Protección y control de los medios básicos, CS-05-PD (12-002) Control de la documentación y los registros, CS-07-PD (12-001) Auditorías internas, CS-10-PD (13-003) Acciones correctivas y preventivas y CS-06-PD (13-001) Formación y capacitación de los recursos humanos.

- Procesos claves: Es una de las áreas fundamentales dentro del repositorio para la comunicación e intercambio por el volumen de documentación que se gestiona. Reúne los procesos esenciales realizados en el LIPS, destinados a brindar los servicios de cara al cliente. Ellos son: CS-01-P (13-001) Evaluación de productos, CS-02-P (13-001) Pruebas de Aceptación con el Cliente (Aceptación\_Piloto) y CS-04-P (13-001) Docencia y formación de pregrado. De cada uno de estos servicios se definió un expediente denominado "Expediente de servicios" que contiene documentos obsoletos, el proceso escrito en forma de procedimiento, los requisitos del servicio (legales y reglamentarios), productos de trabajo (plantillas del servicio), estrategia para medir satisfacción del cliente, indicadores de eficiencia del proceso, roles y competencias y ejecución del servicio, (ver figura 19).
- Procesos de apoyo: Son los procesos que contribuyen y soportan el desarrollo de los procesos claves. Estos son: CS-08-PD (13-001) Control de la calidad y los servicios, CS-09-PD (13-001) Revisión de los pedidos, ofertas y contratos, CS-09-PD (13-002) Sub-contratación de ensayos, CS-09-PD (13-003) Compra de servicios y suministros, CS-10-PD (13-001) Satisfacción del cliente, CS-10-PD (13-002) Manipulación y protección de entornos de prueba.

A continuación se muestra la estructura en carpetas del repositorio donde se encuentra la información referente al SGC:

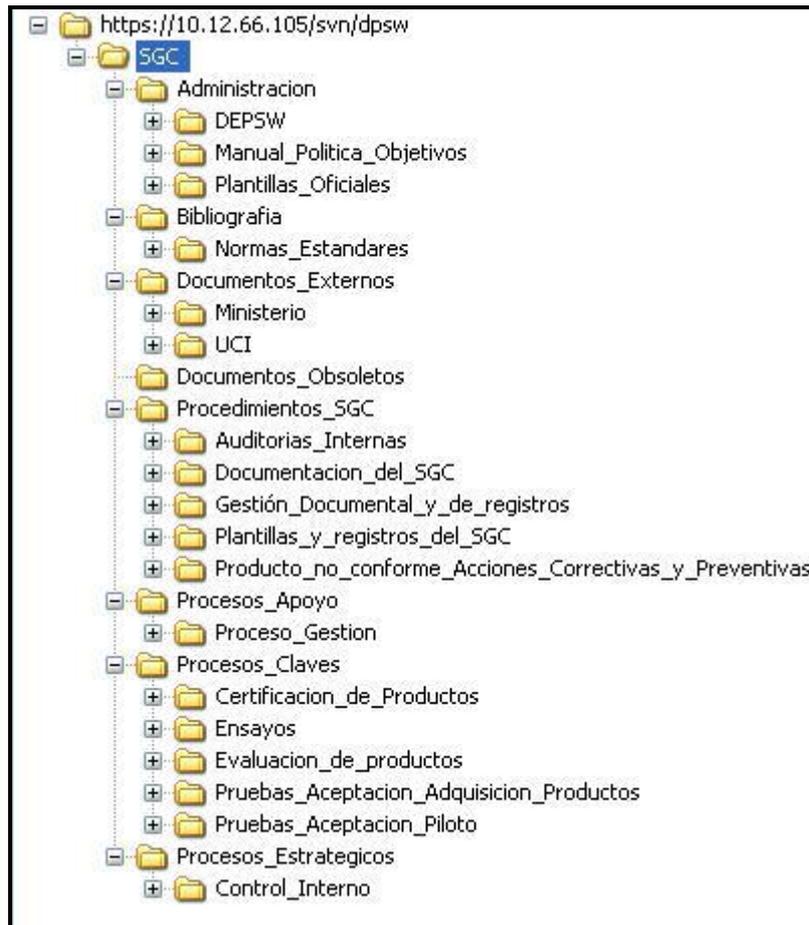


Figura 11. Estructura en carpetas del repositorio del SGC. (Fuente:(elaboración propia).

La agrupación de los procesos y procedimientos mencionados anteriormente está dada por su relación y función como partes del SGC. Ello se ilustra mediante un mapa de proceso elaborado por la autora (ver anexo 13).

### 2.3.3 Sistema de Indicadores

Según ([SALGUEIRO, 2005](#)) “Solo se puede mejorar aquello que se puede medir”, de ahí que sea necesario en toda organización enfocada a la mejora continua, establecer un sistema de medición para conocer cuán correctos se están llevando a cabo sus procesos, a partir de datos históricos mejorar los resultados obtenidos y seguidamente predecir comportamientos futuros ([FEBLES, 2012](#)).

Basado en ello y apoyado por el criterio de expertos del área de Medición y análisis del departamento de Auditorías y Revisiones de CALISOFT, especialistas que han trabajado en temas de evaluación de la conformidad al software y otros vinculados a la acreditación de ensayos, fueron definidos por la autora un conjunto de indicadores. Estos constituyen una herramienta para medir y evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y planes

establecidos en el LIPS y en consecuencia realizar acciones que contribuyan a la mejora del SGC.

Como primer paso se identificaron un conjunto preliminar de indicadores, se estudiaron las relaciones causa-efecto que podían existir entre ellos y a partir de ahí se determinaron los más adecuados a establecer. En este caso los indicadores están enfocados a monitorear el comportamiento de los procesos y/o servicios en el laboratorio y como tal están asociados al proceso o procedimiento que los originó, (ver documentos plasmados en el repositorio). Su descripción detallada se encuentra en el proceso o procedimiento que los originó.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

- Se definió una estrategia para estructurar las evaluaciones en un laboratorio de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación, basada en los requisitos de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 y el documento “Guía de requisitos complementarios”.
- La estrategia definida consta de cuatro fases: Inicio, Diseño, Implementación y Evaluación, las cuales se describieron con el uso de diagramas para una mejor interpretación de las actividades.
- El documento “Guía de requisitos complementarios” definido como resultado de la investigación constituye solo una guía para la interpretación de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 en los laboratorios de ensayos/pruebas al software y está sujeto a modificaciones de acuerdo a las características del laboratorio que lo adopte.
- Como resultado de la estrategia se implantó un SGC en el LIPS, tendiente a la acreditación. El mismo establece la estructura documental adoptada y aprobada en el laboratorio, dígase: Manual de la calidad, procesos, procedimientos y registros, monitoreado a través de un conjunto de indicadores.

### CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado al laboratorio. Se validan los resultados de la estrategia desarrollada a través del uso de métodos y técnicas existentes y se muestran los resultados. Las diferentes acciones realizadas fueron: Cuasi experimento combinado con el método de comparación para comparar las variables definidas a través de un caso práctico, entrevista a profundidad para valorar la integralidad de la estrategia y del documento Guía de Requisitos Complementarios y conocer la opinión de expertos sobre la contribución de estos al problema identificado y la Técnica de ladov para evaluar el nivel de satisfacción de usuarios con respecto a la aplicación de la estrategia en el LIPS. Con todo ello se realiza una triangulación metodológica para lograr una mayor precisión y objetividad de las comprobaciones.

#### 3.1 Diagnóstico del laboratorio

Dentro de las estrategias de gestión del LIPS, fue necesaria la definición de sus procesos siguiendo las especificaciones de estándares y modelos para la acreditación de ensayos. Como un paso decisivo, dentro de la estrategia definida para estructurar y organizar las evaluaciones desde la perspectiva de la acreditación definida en el capítulo II, se realizó un diagnóstico a las actividades del laboratorio, con el objetivo de obtener una caracterización general de la situación actual en materia de gestión de la calidad, así como, evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos que serán evaluados para alcanzar la acreditación. Cada uno de estos requisitos constituye un elemento del sistema y está contenido dentro del propio SGC del LIPS, como resultado de la implementación de la norma.

El análisis está basado en el cumplimiento de los requisitos de gestión y técnicos establecidos en la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 y los criterios técnicos adicionales para laboratorios de ensayos/pruebas al software, definidos en el documento “Guía de requisitos complementarios”. A partir de los resultados obtenidos, que delimitan la situación actual (estado de cada requisito) de la deseada (nivel mínimo requerido para lograr la acreditación), se definen responsabilidades, plazos y acciones a desarrollar frente a cada requerimiento.

Para la realización del diagnóstico, fueron designados miembros del grupo SCCS, los cuales presentaron a la dirección del centro y del propio laboratorio, una lista de chequeo, la cual está basada en los requisitos a cumplimentar y fue definida como resultado de la fase I de la estrategia (ver anexo 4). Como complemento a esta herramienta se realizaron entrevistas a cada uno de los jefes de grupos del DEPSW, al personal técnico y directivo del propio

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

---

laboratorio, para obtener el nivel de apropiación y dominio del quehacer en el LIPS durante la realización de un servicio de evaluación (ensayo/prueba). Se examinó toda la documentación establecida en el laboratorio y la información proporcionada por los especialistas mediante las entrevistas. Los resultados fueron recopilados según la clasificación definida en la tabla 3. Esta información resulta estratégica para la definición de los procesos que establece la norma y a partir de ello determinar cuales requieren ser diseñados y cuales de los existentes deben ser adecuados a lo normativo. Además se realizó la verificación de los registros y documentos asociados a cada uno de los procesos identificados.

El diagnóstico, es sin duda, el elemento necesario para definir la correcta integración, el cumplimiento o no de los requisitos y las modificaciones necesarias a lo que existe.

La norma estructura un total de 25 requerimientos en 15 de gestión y 10 técnicos y estos a su vez se componen de subnumerales. Se han excluido del alcance del SGC los siguientes requisitos de la norma:

- 4.5 Subcontratación de ensayos y de calibraciones: Este epígrafe se considera NA para la implementación de la norma en el LIPS, debido a que el laboratorio no maneja subcontrataciones de ensayos y de calibraciones.
- 5.6 Trazabilidad de las mediciones: Este epígrafe se considera NA durante la implementación de la norma en el LIPS, debido a que los equipos utilizados para la realización de ensayos no requieren de un proceso de calibración. En este mismo caso se enmarcan los sub epígrafes: 5.4.6, 5.5.8, 5.5.10, 5.5.11, 5.10.5 asociados con el tema de calibración.

Como resultado del diagnóstico realizado se determinó que la manera de hacer actualmente en el laboratorio dista mucho del estado deseado, aun cuando una parte considerable de sus actividades están definidas y documentadas en los procesos que las componen, lo que garantiza un mejor servicio de ensayo/prueba.

Según información recopilada, de un total de 117 características evaluadas entre requisitos y sub requisitos, se elaboró el siguiente gráfico que visualiza la cantidad de requisitos asociados a cada uno de los estados de cumplimiento definidos por la autora, se excluye de ello las 15 características que no aplican al laboratorio.

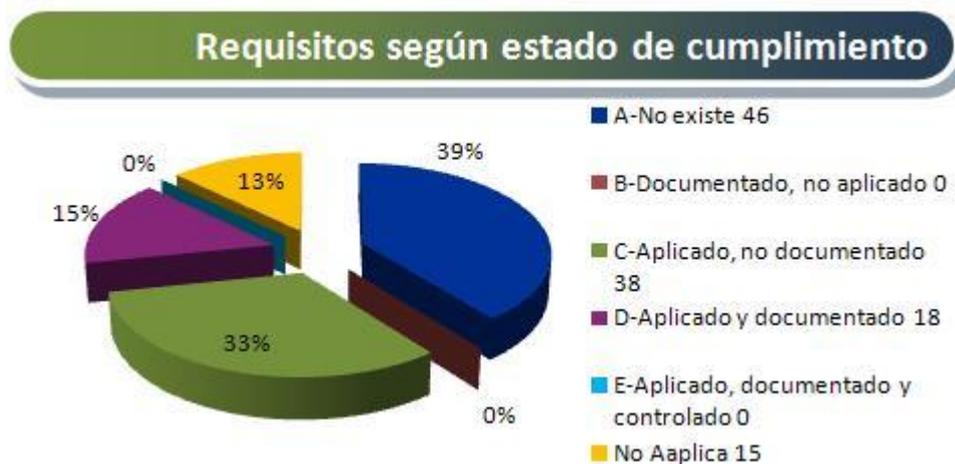


Figura 12. Número de requisitos según estado de cumplimiento. (Fuente: Elaboración propia).

De acuerdo con la gráfica el mayor esfuerzo debe ser destinado a los 46 requisitos que requieren ser desarrollados en su totalidad. Otro aspecto a considerar es el número de requisitos (38) que no se encuentran documentados y sin embargo, el trabajo en el laboratorio se ajusta a lo que ellos establecen. Esto representa una ventaja, si se tiene en cuenta que la forma de hacer es la adecuada y establecida para demostrar competencia técnica, por lo que solo resta establecer por escrito tal cual se hace en el laboratorio actualmente. Cabe destacar que no existe en el laboratorio ninguna documentación establecida y que no sea aplicada, lo cual evidencia una organización que documenta exactamente lo requerido y necesario para guiar su quehacer. Una generalidad detectada, fue la no existencia de medios de control, dígame indicadores, actividades de monitoreo, etc a los procesos establecidos en el laboratorio lo cual dificulta evaluar el estado de cada proceso en aras de definir acciones de mejora futuras. Las actividades de control resultan esencial a la hora de establecer la mejora continua en cualquier organización, sobre todo si se trata de un laboratorio destinado a ofrecer servicios de cara al cliente. Solo un total de 18 requisitos resultaron estar documentados e implantados en el laboratorio, sin embargo la evidencia demuestra que de igual manera están sujetos a alguna actualización respecto a lo establecido en la documentación referente.

Teniendo en cuenta la información anterior y la ponderación asignada a cada estado de requisito, se graficó la información asociada al nivel de cumplimiento de los requisitos (tanto de gestión como técnicos), con el fin de resumir y visualizar el grado de desarrollo de cada uno, ver figura 13. Es importante aclarar que el requisito 5.1 Generalidades, fue excluido debido a que la información contenida no constituye exigencia en sí del requisito, si no que es establecida de manera particular en cada uno de los ítems técnicos que siguen en la norma.

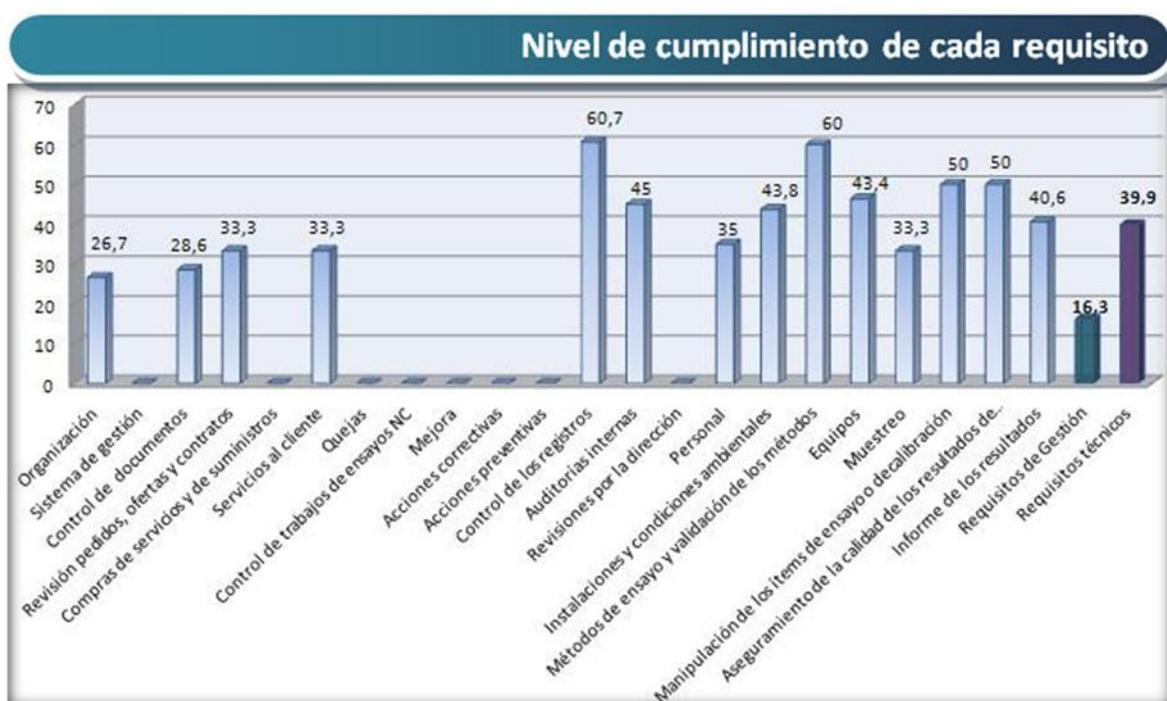


Figura 13. Nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma. (Fuente: Elaboración propia).

De acuerdo con la gráfica anterior, el laboratorio tiene un nivel de correlación con la norma establecida del 26,7 %, para un desarrollado promedio de 16,3% de los requisitos relativos a la gestión y el 39,9% correspondientes a los requisitos técnicos, lo cual evidencia una mayor organización de los procesos técnicos sobre los de gestión y que la información presente en el laboratorio debe ser ajustada y/o modificada en su totalidad para que sea conforme con las características descritas en los requisitos

### 3.2 Auditorías

Como parte de la cuarta etapa definida en la estrategia, se realizaron dos auditorías al SGC del laboratorio, con el objetivo de verificar si el mismo cumple con los requisitos establecidos para la acreditación de laboratorios de ensayos, cuyo documento básico que se utiliza de referencia es la lista de chequeo empleada en el diagnóstico, elaborada a partir de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 y el documento “Guía de requisitos complementarios”. Estas auditorías son necesarias habida cuenta por su especificidad y las connotaciones que tiene en el contexto de la acreditación para determinar el nivel de preparación del LIPS para optar satisfactoriamente por esta categoría.

Las auditorías fueron planificadas y ejecutadas según Plan anual de auditorías de calidad (ver anexo 12). Previo a ellas se realizaron revisiones por parte del grupo de SCCS, cuyos resultados constituyeron entradas al proceso de auditorías. La primera fue realizada por

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

auditores internos pertenecientes al departamento de Auditorías y revisiones del propio centro CALISOFT y la segunda por auditores externos. Se planificaron con un periodo de separación de más menos cinco meses, de manera que existiera un margen de tiempo para la solución de las No Conformidades (NC) detectadas y por consiguiente el sistema de gestión estuviera más consolidado. Un análisis comparativo entre los resultados del diagnóstico y la segunda auditoría, respecto al estado de cumplimiento de los requisitos de la norma en el SGC implementado, permite constatar una marcada diferencia, con tendencia positiva del trabajo en el LIPS, teniendo a finales de esta en el estado de cumplimiento de los requisitos: **E** (aplicado, documentado y controlado) un 75 % de lo establecido en la norma, ver figura 14.



Figura 14. Análisis comparativo entre resultados del diagnóstico y auditoría (Fuente: Elaboración propia).

Con relación a las NC propiamente detectadas como resultado de las auditorías, cabe señalar que aunque la variación del total (en cantidad), no fue significativo (solo de dos NC), si lo fue el impacto de las mismas (ver figura 15), que de una evaluación de deficiente en la primera auditoría, se pudo obtener en la siguiente la categoría de aceptable, siendo el mayor número de NC de la categoría baja, a diferencia de la primera donde la mayor cantidad fueron alta. La siguiente figura muestra un análisis comparativo de las NC detectadas en ambos procesos.

### No Conformidades detectadas en auditorías

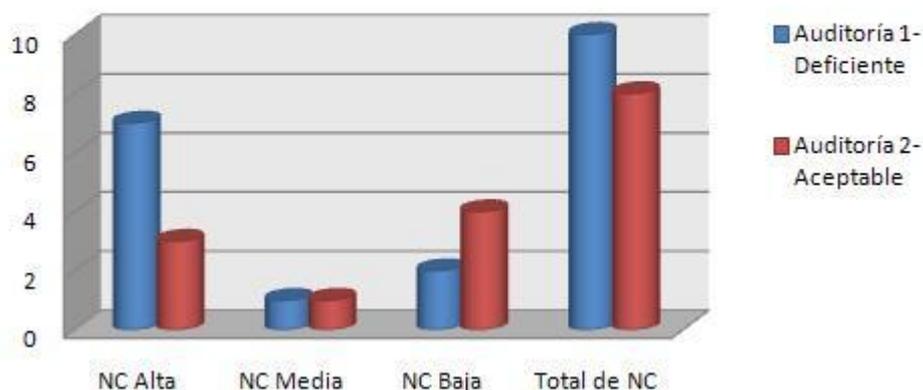


Figura 15. Análisis comparativo entre resultados de las auditorías (Fuente: Elaboración propia).

Estos resultados aunque no del todo satisfactorios, si muestran cómo el sistema de gestión implantado en el laboratorio ha ido avanzando paulatinamente de manera satisfactoria, a fin de alcanzar como estado deseado, la adecuación total de las evaluaciones que hoy se realizan en el LIPS a los requerimientos establecidos para la acreditación de laboratorios de evaluación de la conformidad, y por consiguiente, mejorar la eficiencia de las mismas. Una vez corregidas las NC detectadas, están dadas las condiciones en el LIPS, para optar ante un ente acreditador, por la acreditación de los ensayos que realiza.

### 3.3 Validación de la estrategia propuesta

La validación de la estrategia de acreditación propuesta en la investigación, se realizó a través del uso de diferentes métodos cualitativos y cuantitativos. Una vez aplicados, son triangulados para lograr una mayor precisión y objetividad entre las comprobaciones. La figura 16 ilustra lo descrito.



Figura 16. Estrategia de validación (Fuente: Elaboración propia).

### 3.3.1. Entrevista a profundidad

La entrevista a profundidad es un método cualitativo que se utiliza para en un ambiente cómodo y de confidencialidad, establecer un diálogo sobre un tema de interés para entrevistador y entrevistado. Tiene el objetivo de obtener información difícil de observar y sobre la cual el entrevistado posee conocimientos, experiencia, datos relevantes y una interpretación del fenómeno a tratar, que en otras condiciones no estaría dispuesto a compartir. Es un proceso rápido que busca disminuir la indeterminación y redundancia de los procesos de investigación ([VALLES, 1999](#)).

Para la validación de la propuesta se utiliza la entrevista a profundidad, como un instrumento cualitativo con el objetivo de conocer la pertinencia de la estrategia de acreditación y su aplicabilidad al LIPS, para la posterior toma de decisiones respecto a su implantación. También se tuvo en cuenta como un artefacto utilizado dentro de la estrategia y elaborado como resultado de la investigación el documento Guía de requisitos complementarios.

Los entrevistados fueron especialistas en informática y especialistas y directivos del área de normalización, con conocimientos y experiencia en temas de acreditación de laboratorios, pertenecientes a las siguientes instituciones:

- Universidad de las Ciencias Informáticas, específicamente el Departamento de Calidad de software, con el objetivo de evaluar en la propuesta la manera de realizar las evaluaciones al software.
- Centro de Gestión y Desarrollo de la Calidad (CGDC), que brinda servicios científicos y tecnológicos especializados en materia de Normalización y Calidad, por ser el centro encargado de la capacitación y consultoría en temas de acreditación.
- Oficina de Normalización. Ministerio de las Comunicaciones, con el objetivo de validar la pertinencia de la propuesta respecto a los referentes y normativas establecidos con fines de acreditación.
- Centro Nacional de Calidad de Software (CALISOFT), por su experiencia en la ejecución de evaluaciones a productos software dentro de la industria del software en Cuba.

Se realizó una breve exposición sobre la propuesta de acreditación al LIPS, por parte de la autora y seguidamente se ejecutaron las preguntas definidas como hilo conductor de la entrevista. Las mismas se detallan a continuación:

- 1- ¿Considera necesario que en un laboratorio de evaluación de la conformidad a productos software, se lleve a cabo la acreditación de los ensayos que realiza?

- 2- ¿Considera que la propuesta “Guía de requisitos complementarios”, desarrollada para los laboratorios de ensayo al software, concibe todas las características y condiciones necesarias a cumplimentar para demostrar competencia técnica en este caso particular de laboratorio?
- 3- ¿Considera que la propuesta de acreditación, se ajusta a las necesidades actuales de un laboratorio de evaluación de la conformidad, con vistas a organizar su trabajo y prepararlo para optar por la acreditación de los ensayos al software que realiza?
- 4- ¿Considera que las actividades definidas en cada etapa de la estrategia, presentan un orden consecuente para la implementación de los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025 y la Guía de requisitos complementarios?
- 5- ¿Considera que las actividades definidas en las etapas de diseño e implementación, son realizables y motivadoras a los usuarios?
- 6- ¿Considera necesario incorporar otras actividades a la estrategia o modificar alguna de las existentes?
- 7- ¿Considera apropiadas y suficientes las actividades de evaluación descritas en la propuesta de acreditación?
- 8- ¿Considera que la propuesta de acreditación, pueda ser extendida y aplicada a otros laboratorios de ensayos al software?

Como resultado los entrevistados estuvieron de acuerdo con la estrategia propuesta para estructurar las evaluaciones del LIPS, desde la perspectiva de la acreditación, catalogándola de innovadora, muy adecuada y pertinente para el fin propuesto. Además, expresaron su conformidad respecto a la posibilidad de su implantación en cualquier laboratorio de evaluación de la conformidad a productos software, siempre adaptándola a las características, posibilidades y necesidades reales del laboratorio, esto gracias al carácter flexible y dinámico de la estrategia. De manera colateral, propusieron su estudio por el Comité Técnico de Normalización de la Informática para su generalización en el país, y como soporte para la elaboración de una nueva versión de la norma ISO 13233, de la que se propone al centro su vinculación como colaborador y en la que ya se trabaja.

Referente a la “Guía de requisitos complementarios” manifestaron su completitud y usabilidad, ya que incorpora, a una experiencia de casi diez años de trabajo del propio laboratorio (LIPS), los elementos abordados en la literatura internacional, entre ellas una conciliada por todo un conjunto de laboratorios de software del mundo, la norma internacional ISO 13233. De manera común existieron criterios referentes a la repercusión positiva de estas actividades para el desarrollo y éxito del laboratorio, al formar parte de una industria con pretensiones de exportadores potenciales de software, donde existe un

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

riguroso control regulatorio de estos productos tanto por los clientes externos como los nacionales, y donde una certificación constituye un aval de calidad y confiabilidad.

### 3.3.2. Aplicación de la Técnica de IADOV

Conocer el estado de satisfacción de los miembros del LIPS y usuarios actuales y potenciales, respecto a la aplicación de la estrategia para estructurar las evaluaciones de un laboratorio, desde la perspectiva de la acreditación, es de gran utilidad para la toma de decisiones y en la validación de la propuesta. La técnica de ladov constituye una vía para el estudio del grado de satisfacción de los implicados en el proceso objeto de análisis y es la utilizada por el autor de la investigación para ello.

La Técnica V. A. ladov en su versión original, fue creada por N. V. Kuzmina, para establecer el nivel de satisfacción por la profesión en carreras pedagógicas ([KUZMINA, 1970](#)). Luego algunos autores la han modificado en parte y aplicado, para valorar la satisfacción en múltiples campos y como parte de diagnósticos y validaciones en diferentes investigaciones ([FEBLES, 2012](#)).

La misma constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción a la hora de desempeñar ciertas actividades. Se basa en el análisis de un cuestionario que tiene una estructura interna determinada, la cual sigue las relaciones que se establecen entre tres preguntas cerradas (cuya relación el sujeto desconoce) y el análisis posterior de dos preguntas abiertas. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del denominado "Cuadro Lógico de ladov", indicando la posición de cada persona en la escala de satisfacción.

Las siguientes preguntas elaboradas por el autor fueron contempladas en el cuadro de ladov, utilizado en esta investigación para medir la satisfacción de los miembros del LIPS y usuarios actuales y potenciales respecto a la estrategia:

	<b>3. ¿Considera usted beneficioso que los laboratorios que realizan ensayos al software ofrezcan este servicio sin el empleo de la herramienta de acreditación?</b>								
	<b>No</b>			<b>No Sé</b>			<b>Si</b>		
<b>5. ¿Le satisface sus expectativas la estrategia propuesta?</b>	<b>4. ¿Si usted necesitara organizar y preparar su laboratorio para la acreditación, emplearía la estrategia propuesta?</b>								
	<b>Si</b>	<b>No Sé</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No Sé</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No Sé</b>	<b>No</b>
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me gusta tanto	2	2	3	2	3	3	6	3	6

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Me es indiferente	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No puedo decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

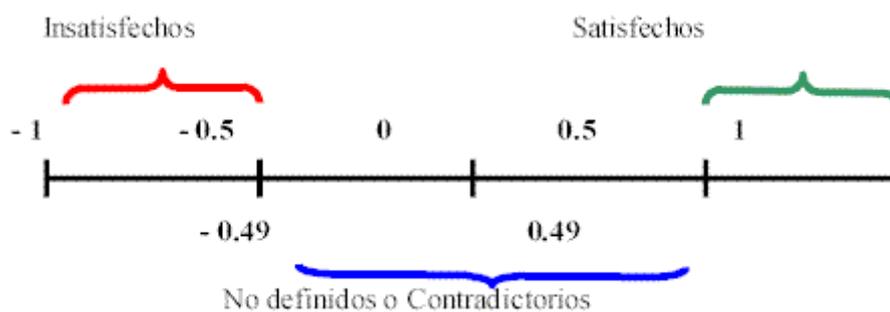
Figura 17. Cuadro Lógico de ladov (Modificado por la autora).

El número resultante de la interrelación de las tres preguntas nos indica la posición de cada sujeto en la escala de satisfacción.

La escala de satisfacción es la siguiente:

- Clara satisfacción
- Más satisfecho que insatisfecho
- No definida
- Más insatisfecho que satisfecho
- Clara insatisfacción
- Contradictoria

Para obtener el índice de satisfacción grupal (ISG) se trabaja con los diferentes niveles de satisfacción que se expresan en la escala numérica que oscila entre +1 y - 1 de la siguiente forma:



La satisfacción grupal se calcula por la siguiente fórmula:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0,5) + C(0) + D(-0,5) + E(-1)}{N} \quad (1)$$

En esta fórmula A, B, C, D, E, representan el número de sujetos con índice individual 1; 2; 3 ó 6; 4; 5 y donde N representa el número total de sujetos del grupo.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Para medir el grado de satisfacción en el laboratorio se tomó una muestra de 32 posibles usuarios de la estrategia, a los cuales se les aplicó una encuesta (ver anexo 14). Utilizando el cuadro lógico de ladov definido anteriormente se recopilaron los resultados obtenidos de cada encuestado y se fue tomando la escala de satisfacción de cada resultado obtenido. El resultado del nivel de satisfacción según los encuestados se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Resultados de la aplicación de la técnica de ladov y valor del índice de satisfacción grupal (ISG) (Fuente: Elaboración propia).

El índice grupal (ISG) arroja valores entre + 1 y - 1. Los valores que se encuentran comprendidos entre - 1 y - 0,5 indican insatisfacción; los comprendidos entre - 0,49 y + 0,49 evidencian contradicción y los que caen entre 0,5 y 1 indican que existe satisfacción. En este caso el valor del ISG según la fórmula planteada anteriormente fue de 0.6093, lo que indica que los miembros del LIPS y posibles usuarios están satisfechos con la estrategia propuesta.

Se formularon dos preguntas abiertas (5 y 6) que se encuentran en el anexo 14, las cuales arrojaron:

- ✓ Se considera muy útil y novedosa la estrategia propuesta, con especial énfasis en la posibilidad que brinda por vez primera a los laboratorios de ensayos al software, de organizar su trabajo con vistas a una futura acreditación.
- ✓ Resaltan la elaboración del documento Guía de requisitos complementarios, como un aporte significativo y novedoso, para la interpretación de la norma NC-ISO/IEC 17025:2006 por laboratorios de ensayos/pruebas al software.
- ✓ Se destaca como elemento positivo la generalidad y flexibilidad de la estrategia para adecuarse a cualquier laboratorio de ensayos/pruebas al software.

- ✓ Se señala positivamente la facilidad que brinda la estrategia para el diseño e implementación de un SGC en el laboratorio que abarque todas las actividades que realiza sin desmotivar a los usuarios por el volumen de información que se genera.
- ✓ Coinciden de adecuado, incluir la realización de actividades que permitan además de optar por la acreditación del laboratorio, certificar el SGC bajo el cual opera.

La aplicación de la técnica de ladov ha aportado criterios significativos respecto al grado de satisfacción de los especialistas respecto a la implantación de la estrategia. Los mismos han de ser considerados para introducir mejoras a la propuesta.

### **3.3.3. Cuasi experimento para validar el comportamiento de la variable eficiencia**

El experimento es una situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas-antecedentes) para analizar las consecuencias que tal manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (efectos- consecuentes). Un cuasi experimento se utiliza cuando no es posible la realización de un experimento verdadero, o sea, cuando los grupos que recibirán el tratamiento experimental, no están asignados aleatoriamente, sino que están conformados antes del experimento (grupos intactos) ([SAMPIERI et al., 2006](#)).

Los tipos de cuasi experimentos son: diseño con postprueba únicamente y grupos intactos, diseño con preprueba-postprueba y grupos intactos y por último diseño cuasi experimental de series cronológicas ([SAMPIERI et al., 2008](#)).

Con el objetivo de comprobar la relación causa-efecto entre la variable independiente “estructura de las evaluaciones en un laboratorio de pruebas” y la variable dependiente “eficiencia de los ensayos”, desglosada en los indicadores: efectividad, calidad y tiempo es que se determinó por el autor desarrollar un cuasi experimento del tipo: “diseño con preprueba-postprueba y grupos intactos”.

Los grupos intactos que conforman el cuasi experimento son una muestra de los expedientes de servicios de ensayos realizados en el laboratorio y que están bajo la estructura de evaluaciones definida en el capítulo II.

Según la Real Academia de la Lengua Española (RAE), la eficiencia es: capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. A su vez la ([NC ISO 9000, 2005](#)) la define como relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, dígase la medición de los esfuerzos que se requieren para alcanzar los objetivos. Para uso de la investigación la autora la define como el uso adecuado de factores materiales y

humanos en un periodo de tiempo con la calidad requerida. Basado en ello en la investigación se trata la eficiencia mediante las variables: efectividad (mide los resultados alcanzados en función de los objetivos que se han propuesto, logrando un impacto en el entorno ([RAE](#))), calidad (elevar la calidad en los servicios de ensayos/pruebas) y tiempo (ejecución en tiempo de los servicios de ensayos/pruebas, tendiente a la disminución de los mismos).

Dichas definiciones se complementan, fundamentando que mediante la disposición de un estado actual se logre el estado deseado, con la utilización de un grupo de recursos. Para demostrar el antes y después en el DEPSW, se analizan las variables mencionadas anteriormente a través de: calidad del expediente de un servicio de evaluación, capacidad de alcanzar las metas programadas en cuanto al número de solicitudes de un servicio y tiempo de ejecución de las pruebas, logrando su optimización y cumpliendo con la calidad requerida. En el anexo 15 se presenta en forma de imagen las variables que se tuvieron en cuenta en el cuasi experimento.

### **3.3.3.1. Calidad de las pruebas**

La calidad de un servicio de ensayo/pruebas al software, es un elemento subjetivo que engloba diferentes factores y percepciones. Para efectos de esta investigación se determinará a través de un análisis de la cantidad de inconsistencias detectadas en los expedientes de ensayo del servicio pruebas de liberación y la estandarización de cada uno de los servicios que se realizan en el laboratorio.

### **Estandarización de los servicios de evaluación**

Un aspecto importante, introducido a partir de la implantación de la estrategia es la estandarización de los servicios y procesos que intervienen en estos, dado por la necesidad de normar y estructurar las evaluaciones, estableciendo por escrito todo lo que se realiza. Ello permite que todo el personal involucrado en la realización de un servicio de ensayos al software pueda trabajar de manera independiente y correcta, con el profesionalismo y capacidad técnica requerido para cada ensayo, evitando así un desenvolvimiento empírico y/o dependiente de la asesoría de los especialistas con mayor experiencia y especialización en el tema.

Como resultado del reordenamiento de las evaluaciones, se definió para cada uno de los servicios de ensayo y los propios ensayos un expediente en el repositorio SVN con la documentación requerida y aprobada para cada actividad.

En el caso de los servicios de evaluación que oferta el DEPSW dígame: Certificación de Productos (CP), Evaluación de Productos (EP), Pruebas de Aceptación con el Cliente (PA),

el expediente consta de una estructura de carpetas compuesta por: Documentos obsoletos (contiene los documentos obsoletos relacionados al servicio pero que deben conservarse por un período de un año), Ejecución del servicio (contiene toda la evidencia objetiva relacionada con la ejecución del servicio agrupada por años, lo que permite detalladamente seguir el servicio desde su solicitud), Gestión del servicio (agrupa la información relacionada con los recursos humanos involucrados en el servicio, desde la planificación de los especialistas, hasta la capacitación y formación de los mismos), Línea base, Descripción del proceso (comprende toda la documentación establecida para la ejecución del servicio, dígase descripción del proceso y plantillas, registros, etc. del servicio) y Requisitos legales y suplementarios (son los documentos normados y establecidos a diferentes escalas para la ejecución del servicio ), ver figura 19.



Figura 19. Estructura en el repositorio de un servicio de evaluación (Fuente: Elaboración propia).

Relacionado con el tema de los ensayos, en los inicios del laboratorio solo se realizaban del tipo funcionalidad y seguridad. Posteriormente se adoptó como modelo de calidad, la NC-ISO/IEC 9126: Parte 1 que establece las características y subcaracterísticas de calidad que debe cumplir un producto software y alineado a ello se adoptaron tipos específicos de ensayos/pruebas que evaluarán dichas características. Actualmente, se ejecutan un total de siete ensayos/pruebas: funcionalidad, seguridad, volumen, usabilidad, portabilidad (instalación y configuración), eficiencia (carga, estrés y rendimiento) y confiabilidad

(recuperación y tolerancia a fallas y comparativa de código), para cada uno de los cuales se definió como resultado de la estrategia un expediente. El expediente forma parte de la definición de los procesos claves establecidos en el laboratorio como parte del SGC y contiene: basamento legal (son las normativas establecidas para la realización del ensayo), herramientas (contiene las herramientas automatizadas y manuales adoptadas en el laboratorio para la realización del ensayo), indicadores (agrupa un conjunto de indicadores establecidos como parte del sistema de gestión de la calidad para medir y evaluar la ejecución del ensayo y a partir de ello trazar las estrategias necesarias para la mejora continua), Manual de buenas prácticas (documento guía confeccionado a partir de la experticia y experiencia del laboratorio en la realización del ensayo para ayudar al especialista en la realización del mismo), métricas (catálogo de métricas que permiten cuantificar en un producto la característica de calidad asociada al ensayo), procedimiento (descripción gráfica y textual sobre la ejecución del ensayo) y registro de no conformidades (registro con la evidencia objetiva de los resultados obtenidos durante la ejecución del ensayo unido a un catálogo sobre la clasificación de las no conformidades más frecuentes en ese tipo de ensayo), ver figura 20.



Figura 20. Estructura en el repositorio de un expediente de ensayo (Fuente: Elaboración propia).

### **Inconsistencias de un expediente de ensayo del servicio de evaluación a productos**

Asociado a cada servicio de evaluación de producto que se inicia en el laboratorio, se crea un expediente en el repositorio SVN, el cual contiene la documentación establecida y generada durante la evaluación por parte del coordinador del servicio y el cliente (minutas de reunión, plan de pruebas, evaluación del servicio, artefactos de prueba, etc.); y un proyecto con el nombre del producto en el sistema de gestión de incidencias (Redmine) para

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

la gestión de las NC detectadas durante la evaluación. Todo ello constituye la interfaz de comunicación entre coordinador del servicio y cliente y forma parte de la evidencia objetiva de la evaluación, que permite monitorear el servicio mientras esté en ejecución y que se archiva en un histórico anual y se inscribe en un registro de liberaciones (ver anexo 16), una vez concluida. Por ello es necesario que el mismo esté estructurado de manera correcta y sin inconsistencias, a fin de garantizar transparencia y calidad en el servicio.

Para cuantificar el estado de estos expedientes se definió una métrica basada en el análisis del número de inconsistencias detectadas cuya formulación matemática es:

$$Eficacia = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100 \quad (2)$$

donde: *A*: total de inconsistencias de un expediente y *B*: máximo de inconsistencias de un expediente.

Los datos se obtuvieron haciendo búsquedas en el repositorio del DEPSW y entrevistas a profundidad a los coordinadores de los servicios involucrados en el análisis. Los aspectos comparativos se establecen entre el resultado de la métrica aplicada al servicio y una media de cómo se comportaban estos valores en el laboratorio, la cual arrojó ser de 71,8 % (ver anexo 17).

El indicador calidad del servicio, asociado a la variable eficiencia que se tuvo en cuenta para el cuasi experimento se reflejan en la siguiente tabla. Por cada uno de los servicios analizados se muestra el comportamiento de la calidad, antes y después de la propuesta.

Tabla 7: Análisis del número de inconsistencias en un expediente de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia).

Proyecto	Artefacto	Antes de aplicar la estrategia					
		N° de inconsistencias en:			1- (A/B)	Eficacia (%)	Sub-Indicador
		SVN	Redmine	Total			
A	A_1	4	2	6	1- (6/12)	50	Calidad muy baja
B	B_1	2	2	4	1- (4/12)	66,7	Calidad baja
C	C_1	5	2	7	1- (7/12)	41,7	Calidad muy baja
D	D_1	5	1	6	1- (6/12)	50	Calidad muy baja
Después de aplicar la estrategia							
A	A_2	3	0	3	1- (3/12)	75	Calidad alta

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

C	C_2	3	1	4	1- (4/12)	66,7	Calidad baja
E	E_1	0	0	0	1- (0/12)	1	Calidad muy alta
F	F_1	2	1	3	1- (3/12)	75	Calidad alta

El cálculo de este indicador permite valorar al grupo de SCCS el nivel de calidad con que se está realizando el trabajo. Como se puede observar en la tabla, el número de inconsistencias detectadas en los expedientes de evaluación de productos disminuyó notablemente después de aplicada la estrategia, lo que implicó que el nivel de calidad del servicio aumentara. Estos resultados demuestran que fue satisfactorio crear el grupo SCCS, definir toda la documentación que se precisa generar en un servicio de evaluación y realizar auditorías de control a los expedientes de prueba, para evaluar su estado.

### 3.3.3.2. Efectividad del servicio de evaluación a productos

Para determinar la efectividad en el servicio de evaluación a productos se establece un análisis entre el número de solicitudes aceptadas en el DEPSW y la cantidad de solicitudes que alcanza el estado ideal de liberado, teniendo en cuenta el número de solicitudes que se abortan porque cumplen los criterios de criticidad establecidos para el servicio (ver anexo 18). Basado en ello se definió la métrica efectividad del servicio cuya formulación matemática es:

$$Efectividad = \frac{TI}{Ta - Tb} \times 100 \quad (3)$$

donde **TI**: total de solicitudes liberadas, **Ta**: total de solicitudes aceptadas y **Tb**: total de solicitudes abortadas.

Los datos se obtuvieron haciendo búsquedas en el repositorio del DEPSW y entrevistas a profundidad a los coordinadores de los servicios involucrados en el análisis. Los aspectos comparativos se establecen entre el resultado de la métrica aplicada al servicio de evaluación a productos, específicamente en la modalidad: Liberaciones UCI y una media de cómo se comportaban estos valores en un periodo comprendido entre el 2011 y septiembre de 2013, la cual arrojó ser de 78,9 % (ver anexo 19).

El análisis de las solicitudes, para determinar el comportamiento de la variable efectividad, que se tuvo en cuenta para el cuasi experimento se refleja en la Tabla 10, mostrada a continuación. Por cada uno de los años analizados, se muestra el nivel de efectividad del servicio antes y después de la propuesta.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla 8: Efectividad del servicio de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia).

Estados de una solicitud	Número de solicitudes por año		
	2011	2012	2013
Aceptadas	225	124	158
Abortadas	15	15	14
Rechazadas	20	1	1
Liberadas	100	100	140
<b>Efectividad del servicio (%)</b>	<b>47,6</b>	<b>91,7</b>	<b>97,2</b>
	Efectividad muy baja	Efectividad alta	Efectividad muy alta

Analizando los datos se puede observar como el nivel de efectividad del servicio comenzó a aumentar a partir del año 2012, valores que continúan incrementándose durante el 2013, pues hasta la fecha contemplada en la investigación (septiembre) ya sobrepasan los valores alcanzados en el 2012.

Toda esta redefinición de procesos y reorganización de las actividades de evaluación en el laboratorio a partir de normas y estándares de calidad permitió además aumentar la capacidad productiva del mismo, ya que cualquier especialista puede asumir un proceso de evaluación guiado por la estructura documental existente, donde las actividades son monitoreadas bajo un enfoque de mejora continua. Ello no excluye la especialización de especialistas en determinados ensayos y sí evita el trabajo persona dependiente, empírico o condicionado a la experticia de una persona en particular. Para ilustrar los resultados se utiliza un gráfico con el comportamiento de la cantidad de evaluaciones realizadas mensualmente durante el año 2012 y 2013 (ver figura 21), las cuales durante todo el 2013 se comportaron superior a las realizadas en igual periodo del año 2012.

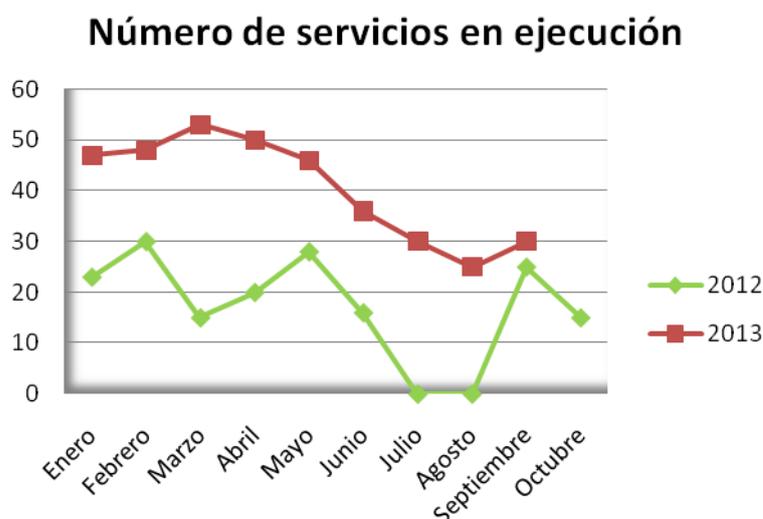


Figura 21. Número de servicios en ejecución por meses (Fuente: Elaboración propia).

### 3.3.3.3. Tiempo de ejecución

El tiempo total de la ejecución de un servicio de evaluación de productos, tiene en consideración el tiempo destinado a cada una de las etapas definidas en el proceso de evaluación de productos (ver anexo 20), las cuales a su vez contemplan el tiempo dedicado a la ejecución de cada una de las actividades que componen estas etapas, siendo el tiempo total igual a la sumatoria de todos estos tiempos.

Para demostrar como disminuye el tiempo en la ejecución de una evaluación a productos a partir de la reestructuración de las evaluaciones que se realizan en el LIPS, se establece un análisis del tiempo total de evaluaciones a productos realizadas antes y después de la implantación de la estrategia.

Con el objetivo de obtener resultados con validez, se seleccionaron artefactos tipo, magnitud (cantidad de páginas o casos de prueba) y complejidad igual o similar. Los datos se obtuvieron haciendo búsquedas en el repositorio del DEPSW y entrevistas a profundidad a los coordinadores de los servicios involucrados en el análisis. Los aspectos comparativos se establecen entre el tiempo total ( $T_t$ ) de un servicio y una media muestral del tiempo total del servicio de evaluación a productos, realizados en el laboratorio en un periodo determinado, la cual arrojó ser de 50.35 días (ver anexo 21).

La siguiente tabla precisa el estudio comparativo realizado a una muestra de ocho artefactos, entre los que se tuvo en cuenta estuvieran situados antes y después de la propuesta.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla 9: Análisis del tiempo de ejecución de un servicio de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia).

Proyecto	Artefacto	Cant. pág, CP, DCP o requisitos	Antes de aplicar la estrategia					
			E_1	E_2	E_3	E_4	Total (días)	Sub-Indicador
A	A_1	24 CU	13	7	52	6	78	Extenso
	A_2	46 pág	13	4	57	10	84	Extenso
B	B_1	41pág	16	5	29	5	55	Extenso
C	C_1	22 CU	25	3	22	7	57	Extenso
Después de aplicar la estrategia								
A	A_3	24 CU	4	4	26	3	37	Corto
C	C_2	40 pág	5	2	7	2	16	Corto
E	E_1	45 pág	4	4	18	5	31	Corto
F	F_1	26 CU	4	3	10	3	20	Corto

Luego de evaluar los resultados de la comparación puede observarse una disminución considerable en el tiempo de duración de los servicios. Nótese además que los tiempos comprendidos en cada una de las etapas, después de aplicada la propuesta, se comportan de manera estable y se ajustan en su mayoría a lo planificado, debido a la reestructuración de las evaluaciones en el laboratorio y con ello la definición y estandarización de los procesos y actividades involucradas. Es importante resaltar que durante el periodo de enero 2013 a septiembre del mismo año fue posible dar respuesta a las solicitudes en menos de 72 horas, referente que hasta la fecha distaba mucho de alcanzar.

Es válido aclarar que particularmente en la etapa E3, que es la más extensa, existen un grupo de factores de riesgos a tener en cuenta, que determinan el tiempo de ejecución de un servicio y que no son responsabilidad del coordinador de la evaluación. Por citar algunos ejemplos: la asistencia de los estudiantes de segundo año al LIPS, la carga de trabajo del coordinador de la evaluación y de los especialistas involucrados, la existencia de proyectos priorizados con los cuales se atrasan y en algunas ocasiones se detienen los servicios en ejecución y el nivel de especialización y superación de los especialistas en temas de prueba.

### 3.4 Triangulación de resultados

La triangulación es una técnica utilizada para el análisis de datos recopilados a través de diferentes métodos, lo cual permite analizar una situación desde diversos ángulos. Es un

### CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

---

procedimiento de control implementado para garantizar la confiabilidad en los resultados de cualquier investigación debido a que considera los métodos cualitativos y cuantitativos como complementarios, a partir de que las debilidades de un método individual van a ser compensadas por la fortaleza contra balanceadora del otro. La definición de triangulación ofrecida por ([DENZIN, 1989](#)) y con la cual la autora coincide dice que, “*es la aplicación y combinación de varias metodologías de la investigación en el estudio de un mismo fenómeno*”.

En ([ARIAS, 2000](#)) se citan varios tipos de triangulación, de los cuales tras un análisis se decide utilizar en la presente investigación la triangulación de métodos, con el objetivo de validar los datos recolectados de la aplicación de los métodos: entrevista a profundidad, cuasi experimento y la técnica de ladov. Una vez obtenidos los resultados se contrastan para analizar coincidencias y divergencias.

Como primer paso se procedió a realizar entrevistas a profundidad a personas con bastos conocimientos en temas de acreditación sobre la estrategia presentada por el autor, en las cuales se catalogó la misma como apropiada y acorde para los fines definida. Ello permitió proseguir de manera acertada con su implantación. Se realizó además un cuasi experimento mediante el análisis de indicadores. Para la recolección de los datos se utilizaron los métodos de observación y entrevista a los coordinadores de servicios de evaluación a productos, los cuales fueron comparados, resultado que confirmó la hipótesis planteada respecto a la reestructuración de las evaluaciones. Con el fin de conocer el nivel de satisfacción desde el punto de vista del usuario respecto a la utilización de la estrategia se aplicó la técnica de ladov, la cual arrojó resultados positivos: los clientes alegaron un alto índice de satisfacción y expresaron recomendaciones enfocadas a la mejora de la misma. Después de aplicados los métodos descritos se pudo constatar que el diseño e implantación de una estrategia para estructurar las evaluaciones que se realizan en el laboratorio industrial de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación, permitió aumentar la eficiencia en la realización de los ensayos/pruebas. Un resumen de los resultados de la triangulación de métodos se muestra en el anexo 22.

Desde el punto de vista económico, con la aplicación de la estrategia propuesta, se logra un impacto importante en cuanto al aumento de la eficiencia de las evaluaciones que hoy se realizan en el LIPS, lo que se traduce en la realización de un mayor número de servicios de evaluación, con la calidad y confiabilidad requerida, ahorro de recursos y reducción de los tiempos de ensayos/pruebas específicamente. Además desde el punto de vista de la acreditación, facilitará un aumento del reconocimiento a nivel nacional e internacional de los

servicios del LIPS y CALISOFT, como ente principal, con una imagen comercial de cara al mundo que oferta productos y servicios avalados por una norma de carácter internacional, la cual ofrece seguridad, garantía a los clientes y por consiguiente ventajas competitivas respecto a otros laboratorio dedicados a la evaluación de la conformidad del software.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

- Como resultado del diagnóstico realizado, se obtuvieron las principales deficiencias e insuficiencias en materia de gestión de la calidad según los requerimientos exigidos para la acreditación de laboratorios de ensayos al software.
- Mediante la entrevista a profundidad se obtuvo una valoración muy positiva de la estrategia para su implantación, catalogándola como apropiada para el fin propuesto.
- El desarrollo de un cuasi experimento combinado con el método de comparación demostró un aumento de la eficiencia en la realización de los ensayos en el LIPS, a través del análisis de los indicadores efectividad, calidad y tiempo.
- A través de la aplicación de la técnica IADOV para obtener el nivel de satisfacción con la propuesta, se corroboró una clara satisfacción de los usuarios con la misma.
- El método de triangulación para el análisis de los resultados permitió demostrar en sentido general que, a partir de la estructuración de las evaluaciones en el LIPS, desde la perspectiva de la acreditación, se logra una mayor eficiencia en los servicios de ensayo que se realizan.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

1. Basado en las tendencias actuales de la acreditación de laboratorios, las normativas establecidas para ello y su aplicabilidad en el área de ensayos al software, se diseñó una estrategia para estructurar las evaluaciones que se realizan en el LIPS, desde esta perspectiva.
2. El documento definido: “Guía de requisitos complementarios” comprende un conjunto de criterios adicionales o requisitos específicos (de gestión y técnicos) que se aplican específicamente para las actividades de acreditación en los laboratorios que realizan ensayos al software. Constituye una guía en el área del software, para la interpretación de los requisitos establecidos en la norma NC-ISO/IEC 17025:2006.
3. Existe un SGC definido e implantado en el LIPS, basado en la NC-ISO/IEC 17025:2006 y el documento “Guía de requisitos complementarios”, cuya estructura documental adoptada, establece toda la información requerida para que el laboratorio pueda optar por la acreditación de los ensayos/pruebas que realiza.
4. Con la implantación de la estrategia se alcanzó una mayor eficiencia durante la realización de los servicios de ensayos en el LIPS, dado por la disminución del tiempo de las evaluaciones y el aumento de la calidad y efectividad de las mismas.

#### Recomendaciones

1. Incorporar a la estrategia, los elementos de la NC-ISO 9001:2008, que permitan certificar el SGC bajo el cual opera el LIPS, establecido hasta este momento solamente con fines de acreditación.
2. Desarrollar un estudio de tendencias a partir del uso de la estrategia en los ensayos de funcionalidad y seguridad por resultar los más relevantes (se ejecutan desde inicios del laboratorio y son las más solicitadas por los clientes) para establecer métodos de análisis y de evaluación que se incorporen al laboratorio.
3. Analizar la pertinencia de introducir ontologías en la estrategia para lograr una evaluación holística de las aplicaciones que se someten y obtener inferencias útiles para el proceso de desarrollo y la toma de decisiones, además de organizar, compartir y clarificar el conocimiento, referente a las actividades de acreditación para este caso particular de laboratorio.
4. Aplicar, evaluar y revisar la implantación de la estrategia en otros laboratorios del país encargados de evaluar productos software y que deseen prepararse con vistas a optar por la acreditación de los ensayos/pruebas que realizan.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A2LA2. *2011 Annual Report*. EE UU: American Association for Laboratory Accreditation, 2012, 45 p. Disponible en:

[http://www.a2la.org/annreports/2011\\_AR.pdf?CFID=2502300&CFTOKEN=579d7255d5f0dbb7-3C54D6BC-1851-9E57-47E449E590D8AF46&jsessionid=84308ba4dc07e79450156c20782059602735](http://www.a2la.org/annreports/2011_AR.pdf?CFID=2502300&CFTOKEN=579d7255d5f0dbb7-3C54D6BC-1851-9E57-47E449E590D8AF46&jsessionid=84308ba4dc07e79450156c20782059602735).

A2LA2. *R214 – SPECIFIC REQUIREMENTS: INFORMATION TECHNOLOGY TESTING LABORATORY ACCREDITATION PROGRAM* EEUU: The American Association for Laboratory Accreditation, publicado el: Julio de 2010, última actualización: Julio. [Consultado el: septiembre 2012]. 26 p. Disponible en: <http://www.a2la.org/>.

AENOR. *La certificación de AENOR, el valor de la confianza* Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación, [Consultado el: febrero de 2012]. Disponible en: [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/procesos/proceso\\_certificacion\\_aenor.asp](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/procesos/proceso_certificacion_aenor.asp).

ALCUBILLA, J. C. *La Estandarización de procesos, una nueva ventaja competitiva de las organizaciones*. Venezuela: Tecnología Hecha Palabra, [Consultado el: febrero de 2012]. Disponible en: <http://www.estandarizacion> de procesos/p0.htm.

ALONSO, J. M. S. y HYLTON, N. *LAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD DE PRODUCTOS DE SOFTWARE Y SU EVALUACION: LA NORMA NC ISO/IEC 9126-1:2005*[artículo]. La Habana, Cuba: publicado el: marzo de 2011, última actualización: marzo. 8 p.

ALONSO., J. M. S. *REGLAMENTACION Y NORMAS PARA EL REGISTRO Y LA CERTIFICACION EN LA INNOVACION TECNOLOGICA PARA LA INDUSTRIA DE SOFTWARE* En *IV Taller Internacional de Calidad de las TICs, XIII Convención Informática 2009*. Palacio de convenciones, La Habana. febrero.2011.

AQC LAB. *AQC Lab: Laboratorio de Evaluación de la Calidad Software* España: [Consultado el: febrero de 2012]. Disponible en: <http://www.alarcosqualitycenter.com/index.php/laboratorio-evaluacion-calidad-software>.

ARIAS, V. M. *La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones*. 2000, Disponible en: <http://www.uv.mx/mie/files/2012/10/Triangulacionmetodologica.pdf>.

ARORA, A. y GAMBARDELLA, A. *The Globalization of the Software Industry: Perspectives and Opportunities for Developed and Developing Countries*. 2005, vol. 5, 1-32 p. Disponible en: <http://www.nber.org/books/jaff05-1>. ISBN 0-262-10109-2.

BARRIO, J. F. V. *La Auditoría de los sistemas de gestión de la calidad*. Editado por: Fc, F. C. Madrid: 1999, Disponible en: <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=oRg7CUUrgdcC&oi=fnd&pg=PA7&dq=proceso+de+auditorias+de+calidad&ots=03-xB1XtBf&sig=FlsgOtlkvk9kdmP33NPKmsbCO28#v=onepage&q=proceso%20de%20auditorias%20de%20calidad&f=false>. ISBN 84-89786-56-9.

BENIDI, A. *Calidad tradicional y de software*. En *Extracto del libro en formato digital: Calidad tradicional y de software*. Campus Santiago: 2007.

BURGELMAN, R. A. *Strategy is destiny : how strategy-making shapes a company's future* New York, NY [u.a.] : Free Press, 2002. ISBN 0-684-85554-2.

BUSINESS. [Consultado el: enero 2013]. Disponible en: <http://www.businessdictionary.com/definition/strategy.html>.

BUTLER, T.; STANDLEY, V., *et al.* *Software Configuration Management: A discipline with added value*. 2011,

CAMBAS, A. M. V. *Acercamiento a la Acreditación y a las Buenas Prácticas de Laboratorios (BPL) dirigidas a laboratorios de ensayos de microbiología y biotecnología*. la Habana: 2005, 30 p. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/acreditacion-y-bpl/acreditacion-y-bpl.pdf>.

CAPOTE, T. *Conceptualización e implantación de un Laboratorio Industrial de Pruebas de Software*. Tutor: Estrada, D. a. F. y Martínez, M. R. D. Maestría, Ingeniería de Software. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011.

CASTILLO, M. A. R. D. y PALACIOS, A. R. *La estrategia como resultado científico de la investigación educativa*. Universidad Pedagógica "Félix Varela". Centro de Ciencias e Investigaciones Pedagógicas., 2005,

CINTRA, A. V. *ESTRATEGIA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE PARA AUMENTAR LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE CALISOFT*. Tutor: García, M. T. C. Ingeniería de Software. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013.

DE ARMAS ET AL. *Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa*. En *Evento Internacional Pedagogía 2003*. La Habana. 2003.

DELGADO, R. *Estrategia para la estandarización de la documentación y las actividades para el desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. Tutor: Estrada, A. F. Maestría, Calidad de Software. UCI, 2010.

DENZIN, N. K. *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Chicago: Transaction publishers, 1989.

ENAC. *Actualidad de la Acreditación*. [Informe]. Madrid: Entidad nacional de Acreditación, publicado el: 3er trimestre de 2010a, última actualización: 3er trimestre. vol. 53, 13 p.

ENAC. *El estado de la acreditación en Europa*. [Informe]. Entidad Nacional de Acreditación ed. Madrid: 2010b, [Consultado el: 15 de marzo 2011]. vol. 53, 16 p. Disponible en: [www.enac.es](http://www.enac.es).

ENAC. *Primer laboratorio acreditado para ensayos de calidad de software*. Madrid: Entidad Nacional de Acreditación, publicado el: Cuarto trimestre de 2012, última actualización: Cuarto trimestre. vol. 62,

ENAC. *Qué es la Acreditación* Madrid: Entidad Nacional de Acreditación, [Consultado el: octubre de 2012]. Disponible en: <http://www.enac.es/web/enac/acreditacion>.

ESPINOZA, D. R. V. y ESPINOZA, E. G. *Estándares de calidad para Pruebas de Software*. Tutor: Muñante, J. D. pregrado, Ingeniería de Sistema. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005.

FAJARDO, E. M. D. L. *FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA TÉCNICA DEL LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA", Y SU SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD, BASADO EN LA NORMA ISO 17025:2005, REQUISITOS TÉCNICOS*. Tutor: Benítez, E. M. Grado, Ingeniería. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2010.

FEBLES, D. O. *MODELO PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES COMPUESTAS BASADAS EN ARQUITECTURAS ORIENTADAS A SERVICIOS*. DOCTOR EN CIENCIAS TÉCNICAS, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2012.

GARZÓN, L. G. *La auditoría de información como herramienta de evaluación y mejoramiento de la gestión de documentos*. Colombia: 2003, vol. 16,

GODÍNEZ, L. *Empresas ahorrarán costos con pruebas de software* [Económico]. México DF: 2010, Disponible en: <http://www.vanguardia.com.mx/noticiatexto-595991.html?id=595991>.

GONZÁLEZ, R. G. *¿Diferencias entre certificación y acreditación?* PDCH Home, [Consultado el: junio de 2012]. Disponible en: <http://www.pdcahome.com/642/diferencias-certificacion-y-acreditacion/>.

HERNÁNDEZ, V. S. *LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE. ESTUDIO A NIVEL GLOBAL Y AMÉRICA LATINA*. Málaga: 2009, vol. 116, Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/la/09/vsh.htm>. ISBN 1696-8352.

ILAC. *Ventajas en el uso de un Laboratorio Acreditado*. Australia: publicado el: 2012 de 2011a, última actualización: 2012. vol. B4, 7 p. Disponible en: [https://www.ilac.org/documents/Bro\\_spanish/ES\\_the\\_advantages\\_of\\_being.pdf](https://www.ilac.org/documents/Bro_spanish/ES_the_advantages_of_being.pdf).

ILAC. *Ventajas en el uso de un Laboratorio Acreditario*. Australia: Global trust, 2011b, 7 p. Disponible en: [https://www.ilac.org/documents/Bro.../ES\\_the\\_advantages\\_of\\_being.pdf](https://www.ilac.org/documents/Bro.../ES_the_advantages_of_being.pdf).

ISO 9000. *Sistema de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario*. Cuba: ONN, 2005,

ISO. *About ISO* Suiza: International Organization for Standardization, [Consultado el: septiembre de 2012]. Disponible en: <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>.

ISO. *Orientación acerca del enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión de la calidad*. Suiza: Spanish Translation Task Group, publicado el: mayo 2001 de 2001, última actualización: mayo 2001. 10 p. Disponible en: [http://www.iram.com.ar/Documentos/Certificacion/Sistemas/ISO9000\\_2000/procesos.pdf](http://www.iram.com.ar/Documentos/Certificacion/Sistemas/ISO9000_2000/procesos.pdf). ISBN ISO/TC 176/SC 2/N 544R.

ISO SURVEY. *ISO Survey 2012* [electrónico]. Suiza: ISO, [Consultado el: Septiembre de 2013]. Disponible en: <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm>.

ISO/CASCO. *La caja de herramientas de evaluación de la conformidad*. Ginebra: Organización Internacional de Normalización. 2011, [Consultado el: Febrero 2013]. 212 p. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/casco\\_building-trust.pdf](http://www.iso.org/iso/casco_building-trust.pdf). ISBN 978-92-67-30511-0.

IVAR JACOBSON; GRADY BOOCH, *et al. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Félix Varela, 2004.

KUZMINA, N. V. *Metódicas investigativas de la actividad pedagógica*. Editado por: Leningrado. LENINGRADO: E. LENINGRADO, 1970.

L&S CONSULTORES. *La Acreditación de Laboratorios un Reconocimiento de Competencia Técnica*. Venezuela: L&S Consultores C.A, 2009, vol. 003, 6 p. Disponible en: <http://www.lysconsultores.com/Descargar/NT003.pdf>.

MARTIN, T. *20 Famous Software Disasters -Part 2* Disponible en: <http://www.devtopics.com/20-famous-software-disasters-part-2/>.

MESA, B. P. *Surgimiento de la ISO 15 189 con vistas a garantizar la competencia de laboratorios clínicos*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización, 2006, vol. 4-5, 45 p. ISBN 0138-8118.

MOLINA, D. A. *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE AUDITORÍA DE LA CALIDAD PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA EN LA UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS (UCI)*. Tutor: González, A. G. maestría, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009.

MOLINA, D. A.; GONZÁLEZ, A. G., *et al.* *ROCESO DE AUDITORÍA DE LA CALIDAD PARA LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA EN LA UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS (UCI)*. *Ingeniería Industrial*, 2011, vol. 32, nº ISSN 1815-5936.

NC-COPANT-ISO/IEC. *Guía Sistemas de acreditación de laboratorios de calibración y ensayo. Requisitos generales para la operación y el reconocimiento*. 1999, [Consultado el: Enero 2013].

NC-ISO 9001. *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. Ginebra-Suiza: Secretaría Central de ISO, 2008, [Consultado el: Noviembre 2012]. 40 p.

NC-ISO/IEC 9126-1. *TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y MÉTRICAS DEL SOFTWARE*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, publicado el: 2003 de 2005, última actualización: 2003. 27 p.

NC-ISO/IEC 17000. *EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD—VOCABULARIO Y PRINCIPIOS GENERALES*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2005,

NC-ISO/IEC 17011. *EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD – REQUISITOS GENERALES PARA LOS ORGANISMOS DE ACREDITACIÓN QUE REALIZAN LA ACREDITACIÓN DE ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2005, 22 p.

NC-ISO/IEC 17025. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2006a, 30 p.

NC-ISO/IEC 17025. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Oficina Nacional de Normalización, 2006b, 30 p.

NC-ISO/IEC 17025. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. La Habana: Oficina Nacional del Normalización, 2006c, 30 p.

NC ISO 9000. *Sistema de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario*. . Cuba: ONN, 2005,

ONARC. *LABORATORIOS DE CALIBRACION ACREDITADOS*. ONARC. 2012

ONARC. *Qué es?* La Habana: Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba, Última actualización: 2013. [Consultado el: noviembre de 2013]. Disponible en: <http://www.onarc.cubaindustria.cu/quees.html>.

PÉREZ, M. P. y VERA, R. S. *Etapas, aspectos y principales beneficios de la NC-ISO/IEC 17025. Experiencia cubana*. . 3 ed. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, publicado el: de 2006, última actualización: . vol. 3, 52 p. ISBN 0138-8118.

PONCE, Y. R. *Evaluación de la Conformidad y Metrología*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2006, vol. XL VIII, 44 p. ISBN 0138-8118.

PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del software, un enfoque práctico*. 5ta ed. Madrid: McGraw-Hill, 2002. 601 p. ISBN 84-481-3214-9.

Q-LAB. *Accreditations. What does ISO/IEC 17025 Accreditation mean?* [electrónico]. Última actualización: 2013. [Consultado el: febrero de 2012]. Disponible en: <http://www.q-lab.com/en-gb/test-services/accreditations.aspx>.

RAE. *Real Academia Española*. [Consultado el: abril 2013]. Disponible en: <http://rae.es/>.

RIVEROL, Y. B. y GARCÍA, T. C. *Propuesta de Acreditación del Laboratorio Industrial de Pruebas de Software*. En *Latin American and Caribbean Conference (LACCEI)*. Panama. Agosto.2012.

RIVEROL, Y. B. y GARCÍA, T. C. Sistema de Gestión de la Calidad en un Laboratorio de Evaluación de Software que opta por la Acreditación. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software (RACCIS)*, Julio-Diciembre 2013, vol. 3, nº 2, Disponible en: <http://fundacioniai.org/raccis/v3n2.htm>. ISSN 2248-7441.

RODRÍGUEZ AND PIATTINI. Revisión Sistemática Sobre la Certificación del Producto Software. *Computer Science and Engineering*, julio 2012 2012, nº Special Issue: 16-24,

RUIZ, R. *Gestión Operativa de la Calidad del Software: ISO 29119* [Consultado el: diciembre de 2012]. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Qeo1s2ksM2kJ:http://rodrigoruiliver.blogspot.com/2012/10/iso-29119.html%2BISO+29119&hl=es&gbv=2&ct=clnk>.

SALAMANCA, U. D. *Repositorios digitales* Salamanca: Universidad de Salamanca, [Consultado el: noviembre de 2012]. Disponible en: [http://bibliotecabiologia.usal.es/tutoriales/catalogos-repositorios-bibliosvirtuales/repositorios\\_digitales.html](http://bibliotecabiologia.usal.es/tutoriales/catalogos-repositorios-bibliosvirtuales/repositorios_digitales.html).

SALGUEIRO, A. *Indicadores de gestión y Cuadro de Mando*. Editado por: Santos, D. D. Madrid: 2005. 87 p. ISBN 84-7978-492-X.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F., *et al. Metodología de la Investigación*. 4ta edición ed. México: Mc Graw Hill, 2006. ISBN 970-10-5753-8.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F., *et al. Metodología de la investigación*. Editado por: Mcgraw-Hill. Colombia: 2008. ISBN 968-422-931-3 3456789012

SELA. *Desarrollo de una Industria Regional de Software en América Latina y el Caribe: Consideraciones y Propuestas*. Caracas: Secretaría Permanente del Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe. XXXV Reunión Ordinaria del Consejo Latinoamericano 2009, vol. , Disponible en: [http://www.sela.org/DB/ricsela/EDOCS/SRed/2009/10/T023600003806-0-Desarrollo\\_de\\_una\\_industria\\_regional\\_de\\_software\\_en\\_ALC.pdf](http://www.sela.org/DB/ricsela/EDOCS/SRed/2009/10/T023600003806-0-Desarrollo_de_una_industria_regional_de_software_en_ALC.pdf).

STANDISH GROUP. *CHAOS MANIFESTO 2013, Think Big, Act Small*. 2013 de 2013

UNCTAD. *Information Economy Report 2012: The Software Industry and Developing Countries*. En *New York and Geneva 2012*. p. 72.

VALLES, M. S. *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis S.A., 1999. 416 p. ISBN 84-7738-449-5.

## ANEXOS

## Anexo 1. Evaluación de proyectos según CHAOS Reports-Standish Group

Tabla 10: CHAOS Reports-Standish Group. Industria del Software - Evaluación de proyectos ([STANDISH GROUP, 2013](#)).

Evaluación	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012
<b>Exitosos</b>	16%	27%	26%	28%	34%	29%	35%	32%	37%	39%
<b>No satisfactorio</b>	53%	33%	46%	49%	51%	18%	19%	24%	21%	18%
<b>Cancelados</b>	31%	40%	28%	23%	15%	53%	46%	44%	42%	43%

## Anexo 2. Análisis de los indicadores y sub-indicadores asociados a la variable eficiencia.

Tabla 11: Indicadores y sub-indicadores asociados a la variable eficiencia (Fuente: Elaboración propia).

Variables	Indicadores	Sub-indicadores
Efectividad	Cantidad de solicitudes de un servicio ejecutadas.	Efectividad muy baja
		Efectividad baja
		Efectividad alta
		Efectividad muy alta
Calidad	Calidad del expediente de un servicio de evaluación a productos.	Calidad muy baja
		Calidad baja
		Calidad alta
		Calidad muy alta
Tiempo	Tiempo de ejecución del servicio de evaluación a productos (días).	Extenso
		Medio
		Corto

## Anexo 3. Flujo de trabajo de acreditación



Figura 22: Flujo de trabajo de acreditación (Fuente: Elaboración propia).

**Anexo 4.** Lista de verificación utilizada para realizar el diagnóstico institucional al LIPS.



### Lista de Verificación para Diagnóstico

**Control del Documento**

**Título:** Lista de Verificación para Diagnóstico  
**Versión:** 1.1

	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Yanet Brito Riverol	Especialista superior al frente del SGC
Revisado por:	Alionuska Velázquez Cintra	Representante de la dirección
Aprobado por:	Alionuska Velázquez Cintra	Representante de la dirección
Fecha	25-may-12	Firma:

Reglas de confidencialidad  
Clasificación: <USO INTERNO>  
Forma de distribución: <PDF Digital>

**Control de cambios**

Versión	Sección, figura, tabla	Tipo A, B, M	Fecha	Autor del cambio	Descripción del cambio
1,0	Todo	A	25/05/2012	Yanet Brito Riverol	Creación del documento
1.1	Todo	A	26/03/2013	Yanet Brito Riverol	Atualización del documento

No	Requisito	Estado del requisito	Método	Documento asociado	Observaciones
<b>Organización</b>	¿El Laboratorio es una identidad independiente y con responsabilidad legal?	<b>C</b>	Observación	Decreto ley de nombramiento del centro.	
<b>4.1.1</b>	¿Existe un representante legal del laboratorio?				
<b>4.1.2</b>	¿El laboratorio garantiza que en la realización de ensayos, dentro y fuera de sus instalaciones, se cumplan los requisitos de esta Norma Internacional y se satisfagan las necesidades de los clientes?	<b>A</b>		Entrevista	El laboratorio establece que en las instalaciones donde se realicen los ensayos estén creadas las condiciones necesarias y suficientes para que estos puedan realizarse con la calidad requerida. Hasta el momento no existía un SG en el centro por lo que solo se contemplaban el cumplimiento de aspectos técnicos (requerimientos de software y hardware).

**Anexo 5.** Portada del documento Informe de resultados del diagnóstico.

**C-S-GC-PT(12-001) Informe de resultados del diagnóstico**



Elaborado por el Centro Nacional de Calidad de Software  
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

Informe de resultados del diagnóstico



**Control del documento**

Título: Informe de resultados del diagnóstico  
Versión: 1.1

	Nombre	Cargo
<small>Elaborado por:</small>	Yanet Brito Riverol	Especialista Superior al frente del SGC
<small>Revisado por:</small>	Allionuska Velázquez Cintre	Jefe del DEPSW
<small>Aprobado por:</small>	Rubén Casare García	Cargo: Director de Calidad
<small>Fecha:</small> 30/03/2012	<small>Firma:</small>	

**Reglas de Confidencialidad**

Cantidad de páginas: 6  
Clasificación: Uso Interno  
Forma de distribución: PDF Digital

**Control de Cambios**

Versión	Sección, Figura, Tabla	Tipo A, M, B	Fecha	Autor del cambio	Descripción del Cambio
1.0		A	30/02/2012	Yanet Brito Riverol	Elaboración del documento
1.1		B	30/03/2012	Allionuska Velázquez Cintre	Actualización del documento/Aprobación del documento

Indicar el tipo de cambio: A Alta, M Media, B Baja

CALISOFT S.A. Carretera San Antonio de los Baños Km. 2 1/2, Tomera, La Lisa, La Habana, Cuba.  
Teléfono (527) 5372467

**Anexo 6.** Documento Guía de requisitos complementarios

**CS-SGC-I(12-001) GUIA DE REQUISITOS COMPLEMENTARIOS**



Elaborado por el Centro Nacional de Calidad de Software  
Todos los derechos reservados

Guía de requisitos complementarios

**Control del Documento**

Título: Guía de requisitos complementarios  
Versión: 1.0

Nombre	Cargo
Elaborado por: Yanet Brito Riverol	Especialista superior en frente del SSC
Revisado por: Alionusia Velázquez Ciria	Jefa del DBPSW
Fecha:	
Aprobado por: <i>[Firma]</i> Dayamé García	Directora de CALISOFT
Fecha: 6/03/2012	Firma:

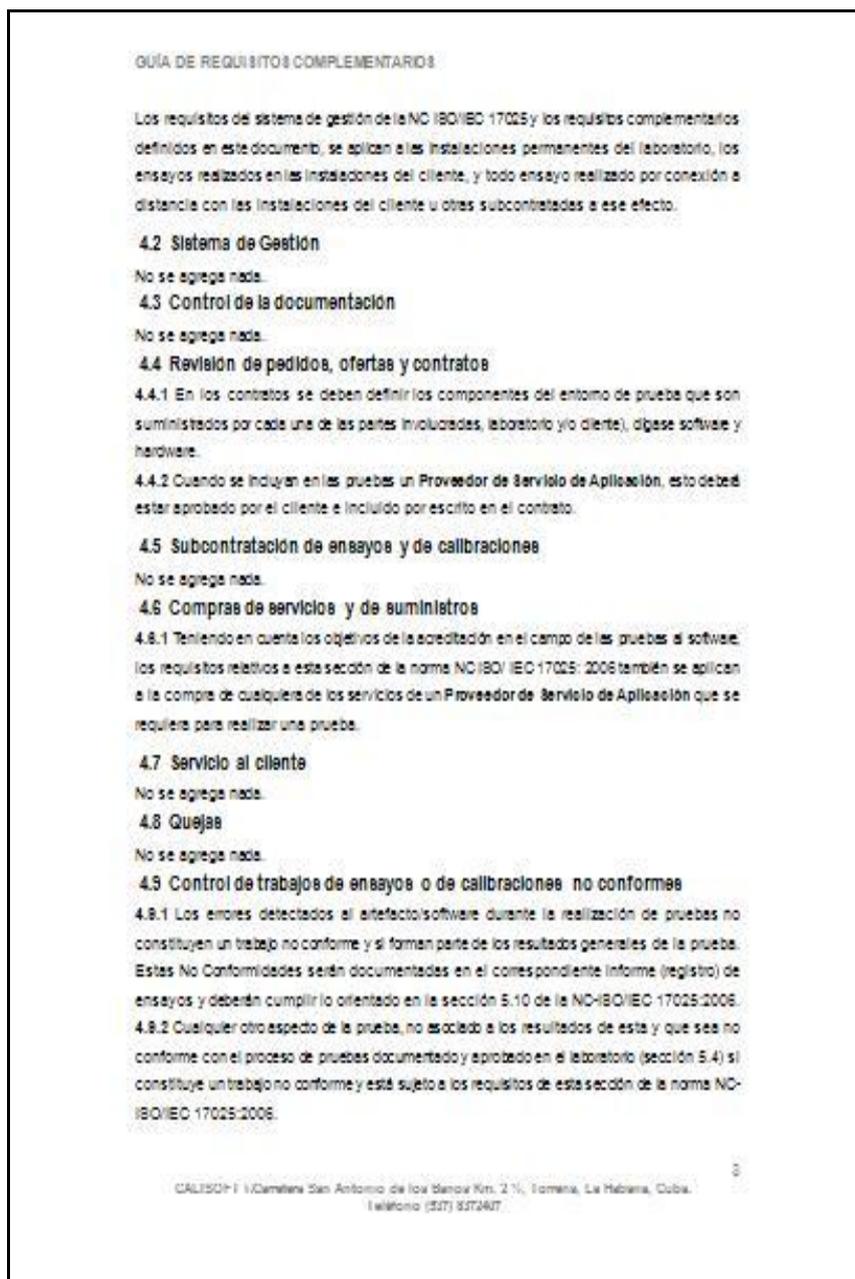
**Reglas de Confidencialidad**  
Cantidad de páginas: 11+  
Clasificación: «USO INTERNO»  
Forma de distribución: «PDF Digital»

**Control de Cambios**

Versión	Sección, Figura, Tabla	Tipo A, B, M	Fecha	Autor del cambio	Descripción del Cambio
1.0	Todo	A		Yanet Brito Riverol	Elaboración de documento

Indicar el tipo de cambio: A Alta, B Baja, M Modificación.

CALISOFT | Cámara San Antonio de los Baños Km. 2 1/2, 1ª línea, La Habana, Cuba.  
Teléfono (57) 8072407



**Anexo 7.** Cronograma de acciones a desarrollar para preparar al laboratorio con vistas a la acreditación.

Cronograma de acciones a desarrollar para preparar al LIPS con vistas a la Acreditación.



La Habana, 26 de abril de 2013

“Año 55 de la Revolución”

Como parte de los objetivos trazados en el Departamento de Evaluación de Productos de CALISOFT, se estima realizar el proceso de Acreditación del Laboratorio Industrial de Pruebas de Software para iniciar la Certificación de productos a las aplicaciones desarrolladas en la industria cubana. La acreditación se llevará a cabo por parte del Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba, a partir de lo establecido en la NC-ISO/IEC 17025:2006. Tiene el objetivo de demostrar la capacidad y competencia técnica del laboratorio para la realización de actividades específicas de evaluación a productos software.

Para alcanzar la acreditación del laboratorio se definió una estrategia que permita guiar y monitorear las actividades definidas. La misma consta de 4 fases o etapas, a partir de las cuales se hizo un cronograma para su realización. A continuación se presenta el cronograma elaborado, que contiene las actividades identificadas para alcanzar el objetivo propuesto.

Requisito de la norma	Acciones a desarrollar	Responsable	Fecha de ejecución	Estado de cumplimiento
-	Creación del equipo de trabajo. Grupo de SCCS.	Alionuska Velázquez Cintra	30/01/12	Cumplido: 7 miembros del equipo.  Rpble: Yanet Brito
-	Diagnóstico inicial:  Identificar estado actual del LIPS según la NCISO/  IEC 17025:2006.	Yanet Brito Riverol	1ro al 28/02/2012	Cumplido: documentado el estado de cumplimiento de los requisitos de la norma.
-	Capacitación del equipo de trabajo: Curso con el  Centro de gestión y desarrollo de calidad (CGDC).	Yanet Brito Riverol	1º al 06/03/2012	Cumplido: Curso de interpretación de la norma.
<b>Actividades relacionadas con los Requisitos de Gestión Documental</b>				
4.1 Requisitos relacionados a la gestión:  Organización.	Identificar acciones a desarrollar para cumplimentar el requisito.	Yanet Brito Riverol	abril a junio del 2012	Cumplido: Identificada la necesidad de implantar un Sistema de Gestión de la Calidad.
Como resultado del requisito anterior.	Aprobar la propuesta de implantación del Sistema de Gestión de la Calidad del Centro.	Yanet Brito Riverol	septiembre a octubre de 2012	Cumplido
Como resultado del requisito anterior.	Familiarizar a los trabajadores con las acciones a desarrollar para implantar un Sistema de Gestión de la Calidad.	Yanet Brito Riverol  Olga Lidia Rodríguez	noviembre a enero de 2013	Cumplido
4.2 Requisitos relacionados a la	Elaborar la política de calidad.	Olga Lidia Rodríguez	febrero y marzo de 2013	Cumplido

gestión: Sistema de Gestión.	Aprobar la política de calidad.	Olga Lidia Rodríguez	25 de marzo de 2013	Cumplido: Consejo de Dirección del Centro.
	Presentar a los trabajadores la política de calidad aprobada.	Olga Lidia Rodríguez	29 de abril de 2013	Cumplido: Reunión con los trabajadores.
	Elaborar los objetivos de calidad del LIPS.	Alionuska Velázquez Cintra	octubre a diciembre de 2012	Cumplido: Dentro del ARC: Evaluación de productos.
	Aprobar los objetivos de calidad del LIPS.	Alionuska Velázquez Cintra	15 de febrero de 2013	Cumplido: Balance de CALISOFT
	Elaborar el Manual de Calidad del LIPS.	Yanet Brito	A partir de febrero de 2013	En curso: Elaborada una versión que se actualiza constantemente.
4.3 Control de los documentos. 4.13 Control de los registros.	Elaborar el procedimiento documentado "Control de la documentación y los registros".	Olga Lidia Rodríguez	21/02/2012 al 23/02/2013	Cumplido: Como parte del SGC.
4.4 Revisión de pedidos, ofertas y contratos.	Elaborar el procedimiento documentado "Revisión de los pedidos, ofertas y contratos".	Arianna Gámez	a partir de marzo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
4.5 Sub-contratación de ensayos y de calibraciones.	Se verifica a partir del Procedimiento establecido por Capital Humano para subcontratar especialistas para ejecutar actividades de tipos específicos de ensayos.	Kariné Ramos	a partir de marzo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
	Elaborar registro del personal subcontratado, desde el DEPSW.	Yenier Fernando Moreno	mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
4.6 Compra de servicios y suministros.	Elaborar el procedimiento documentado "Compra de servicios y suministros.	Dirección de Economía y Logística	Por iniciar	Pendiente: Como parte del SGC.
4.7 Servicio al cliente. 4.8 Quejas.	Elaborar el procedimiento documentado "Satisfacción del cliente".	Alionuska Velázquez Cintra	mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
4.9 Control de trabajo de ensayos o de calibraciones no conformes. 4.10 Mejora. 4.11 Acciones correctivas.	Elaborar procedimiento documentado "Acciones Correctivas, Acciones Preventivas, Productos no Conformes", que incluya las acciones a realizar para lograr la mejora continua.	Olga Lidia Rodríguez	2/11/2011 al 22/02/2013	Cumplido: Como parte del SGC.

4.12 Acciones preventivas.				
4.14 Auditorías internas.	Elaborar procedimiento documentado "Auditorías internas".	Olga Lidia Rodríguez	26/02 al 06/03 de 2013	Cumplido: Como parte del SGC.
	Elaborar un plan de auditorías internas.	Lisandra Díaz Figueredo	abril de 2013	En curso: Como parte del SGC.
4.15 Revisiones por la dirección.	Elaborar procedimiento documentado "Revisiones por la dirección".	Dennis Neuland	abril de 2013	En curso: Como parte del SGC.
	Elaborar un plan de revisiones por la dirección.	Dennis Neuland	abril de 2013	En curso: Como parte del SGC.
<b>Actividades relacionadas con los Requisitos Técnicos</b>				
5.1 Generalidades.	Identificar acciones a desarrollar para cumplimentar los requisitos técnicos.	Yanet Brito Riverol	abril a junio del 2012	Cumplido: Identificada la necesidad de implantar una estrategia para acreditar los ensayos.
5.2 Personal. 5.2.2 Necesidades de formación.	Elaborar procedimiento que contenga las necesidades de formación y la estrategia a seguir para garantizar la misma.	Kariné Ramos	abril a mayo del 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.2.3 Supervisión del trabajo.	Como parte del procedimiento de control de la calidad de los servicios.	Lisandra Díaz Figueredo	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.2.4 Perfiles de puestos de trabajo.	Documentar las competencias de los cargos de la plantilla aprobada para el Centro.	Kariné Ramos	mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.2.5 Actualizar Registro de especialista.	Conformar los expedientes de trabajo de todos los especialistas.	Kariné Ramos	septiembre de 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.3 Instalaciones y condiciones ambientales.	Elaborar procedimiento documentado "Protección de entornos de pruebas".	Yuniel Perdomo	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.4 Métodos de ensayo y calibración y validación de los métodos. 5.7 Muestreo (se realiza como un tipo de ensayo).	Identificar tipos de ensayos.	Tayché Capote García Alionuska Velázquez Cintra	junio de 2011 a diciembre de 2012	Cumplido: Como parte del SGC.
	Selección de los métodos.	Tayché Capote García Alionuska Velázquez Cintra	junio de 2011 a diciembre de 2012	Cumplido: Como parte del SGC.
	Elaborar procedimientos de	Yaneida, Yoanis, Surima, Mairelis,	abril de 2013	En curso: Como

	los tipos de ensayos.	Loraima, Daniuska,  Dianelis Padilla		parte del SGC.
	Elaborar procedimiento para el control de la información de los entornos de pruebas (seguridad informática).	Yuniel Perdomo	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.5 Equipos	Elaborar procedimiento documentado "Protección y control de los medios básicos".	Aliuska Calunga	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
5.6 Calibración	No aplica porque los equipos utilizados para la realización de ensayos no requieren de un proceso de calibración.			
5.8 Manipulación de los ítems de ensayo o de calibración.	Elaborar procedimiento de trabajo para la manipulación de los entornos de pruebas.	Jennifer Álvarez	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
	Elaborar registro del trabajo con los entornos de prueba.	Yuniel Perdomo	septiembre de 2012 hasta la actualidad	Cumplido: Se actualiza como parte del procedimiento del servicio.
	Elaborar registro de liberaciones con la identificación de los productos que son probados.	Lisandra Díaz Figueredo	2007 hasta la actualidad	Cumplido: Se actualiza como parte del procedimiento del servicio.
5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración.	Elaborar procedimiento documentado "Aseguramiento control de la calidad del servicio", teniendo en cuenta: monitoreo de validez de resultados, registro de datos de control de calidad y tendencias.	Lisandra Díaz Figueredo	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.
	Emitir reportes con el avance de las evaluaciones: Estado de las pruebas (semanalmente).	Heney Díaz Pérez	2007 al 2013	Cumplido: Se actualiza como parte del procedimiento del servicio.
5.10 Informe resultado.	Emitir informes con los resultados de cada evaluación que se realice, especificando el ensayo que se ejecutó: Actas de Liberación y el Informe de Evaluación.	Coordinador de cada evaluación.	2007 hasta la actualidad	Cumplido: Se actualiza como parte del procedimiento del servicio.
<b>Otras acciones importantes</b>				
Documentar expediente de los	Elaborar expediente correspondiente a un servicio que contenga la	Por definir	abril a mayo de 2013	En curso: Como parte del SGC.

servicios.	siguiente información:  - Procedimiento.  - Requisitos del servicio (legales, suplementarios, ...)  - Estrategia para medir satisfacción del cliente.  - Aseguramiento control de la calidad: mejora continua.  - Indicadores de eficiencia.  - Roles y competencias.  - Revisar estructura en el repositorio.			
Reestructuración del repositorio.	Rediseñar la estructura del repositorio en función del Sistema de Gestión de la Calidad.	Lisandra Díaz Figueredo	8 al 26 de abril de 2013	Cumplido: Se mantiene su actualización.
Mesa de trabajo conjunto con involucrados en el proceso de acreditación.	Revisar los documentos del SGC que se ven afectados con los cambios organizacionales y actualizarlos.	Alionuska Velázquez Cintra	25 de abril de 2013	Cumplido: Se actualizó el cronograma en función de los resultados del encuentro.
Seguimiento al cumplimiento del cronograma.	Encuentro con involucrados en el proceso de acreditación.	Alionuska Velázquez Cintra	30 de abril de 2013  17 de mayo de 2013	Planificada
Auditorías y revisiones	Ejecución de auditoría interna (SGC).	Lisandra Díaz Figueredo	3 de mayo de 2013	Planificada
	Ejecución de auditoría al Servicio Evaluación de Productos.	Olga Lidia Rodríguez	7 al 10 de mayo de 2013	Planificada
	Revisión por parte de la dirección.	Dennis Neuland	22 de mayo de 2013	Planificada
	Ejecución de auditoría al Servicio Pruebas de Aceptación con el cliente.	Olga Lidia Rodríguez	13 al 17 de mayo de 2013	Planificada
	Ejecución de auditoría interna (NC-ISO/IEC 17025:2006).	Lisandra Díaz Figueredo	14 de junio del 2013	Ejecución de auditoría interna (NC-ISO/IEC 17025:2006).
Actualización de los procedimientos.	Mejorar los procedimientos y procesos a partir de los resultados del Piloto, las Auditorías y la revisión por la dirección.	Responsable de cada procedimiento	Mayo al 14 de junio de 2013	
Seguimiento al	Encuentro con	Alionuska	18 de junio de	Planificada.

cumplimiento del cronograma.	involucrados en el proceso de acreditación.	Velázquez Cintra	2013	Análisis de resultados de auditoría interna del 14 de junio.
Pilotear procedimientos	Pilotear los procedimientos y procesos escritos para el SGC.	Todos los involucrados	junio de 2013	
Auditorías y revisiones	Ejecución de auditoría interna (NC-ISO/IEC 17025:2006).	Lisandra Díaz Figueredo	Finales de junio de 2013	
Auditoría externa	Ejecución de auditoría externa por parte de la ONARC.	Alionuska Velázquez Cintra	Julio de 2013	
Inicio del proceso de Acreditación de ensayos.	Realizar solicitud de acreditación a la ONARC.	Alionuska Velázquez Cintra	diciembre de 2014	

**Anexo 8.** Documento Plan de capacitación y formación del especialista

Plan de Capacitación y formación personal				
<b>2. Desarrollo</b>				
<b>2.1 Última logro en capacitación</b>				
- Cursó el diplomado de CMMI y acreditó los roles de Revisor Líder y Auditor Líder.				
<b>2.2 Próxima meta</b>				
Actividad	Tipo de Actividad	Período Propuesto / Período de Cumplimiento	Evidencia a Presentar	Observaciones
<b>Objetivo 1: Realizar el ejercicio de cambio de categoría docente para Asistente.</b>				
Realizar el ejercicio de CTS.	F	2013-2014	Certificado de Categoría Docente	
Realizar el ejercicio de Inglés.	F	2013-2014	Certificado de Categoría Docente	
Realizar la clase controladora.	F	2013-2014	Certificado de Categoría Docente	
<b>Objetivo 2: Matricular en la Maestría de Calidad de Software.</b>				
Cursar Diplomado de Calidad de Software	D	2013-2014	Certificado del Diplomado	
Cursar Diplomado de Ingeniería de Software	D	2013-2014	Certificado del Diplomado	
<b>Objetivo 3: Consolidar los conocimientos para el rol de Revisor Líder y Auditor Líder.</b>				
Cursar curso de Gestión de Riesgos	G	2013-2014	Certificado del Curso	
Cursar curso de Arquitectura de Desarrollo de Software	G	2013-2014	Certificado del Curso	
Cursar curso de Fundamentos de la Ingeniería y la Calidad de Software	G	2013-2014	Certificado del Curso	

### Anexo 9. Actividades y artefactos de la fase de Diseño

Tabla 12: Actividades y artefactos de la fase de Diseño (Fuente: Elaboración propia).

Actividades	Artefactos
FII-1 Capacitar personal	Plan de capacitación sobre normas ISO Registro de capacitación Plan de formación Registro de formación
FII-2 Diseñar Sistema de Gestión	Cronograma actualizado

	<p>Estructura documental del SGC.  Pirámide documental.  Herramienta de acceso a la documentación del SGC.  Diseño del repositorio documental  Política de Calidad  Objetivos de Calidad  Organigrama del laboratorio</p>
<p>FII-3 Identificar documentación</p>	<p><u>Procesos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de productos software</li> <li>- Prueba de Aceptación con el cliente</li> <li>- Prueba piloto</li> </ul> <p><u>Procedimientos de gestión:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de la documentación y los registros.</li> <li>- Revisión de los pedidos, ofertas y contratos.</li> <li>- Subcontratación de ensayos.</li> <li>- Compra de servicios y suministros.</li> <li>- Satisfacción del cliente.</li> <li>- Acciones Correctivas, Acciones Preventivas, Productos no Conformes.</li> <li>- Auditorías internas. (Plan de auditorías internas)</li> <li>- Revisiones por la dirección (Plan de revisiones por la dirección)</li> </ul> <p>Registros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de personal subcontratado</li> <li>- Registro de No Conformidades</li> </ul> <p><u>Procedimientos Técnicos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de recursos humanos.</li> <li>- Protección de entornos de pruebas</li> <li>- Control de la información de los entornos de pruebas.</li> <li>- Protección y control de los medios básicos.</li> <li>- Manipulación de entornos de prueba.</li> <li>- Aseguramiento control de la calidad del servicio.</li> <li>- Procedimiento de ensayos/pruebas</li> </ul> <p>Registros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de No Conformidades</li> <li>- Registro de entornos de prueba</li> <li>- Registro de liberaciones</li> <li>- Reporte sobre estado de las pruebas</li> </ul> <p>Informes:</p> <p>Informe de Evaluación</p> <p>Documentos de apoyo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista maestra de documentos</li> <li>- Plan de auditorías y revisiones</li> <li>- Manual de Calidad</li> </ul>
<p>FII-4 Definir plantillas documento tipo</p>	<p>Plantilla de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso/Procedimiento. (para uso del</li> </ul>

	<p>laboratorio los procesos serán descritos en forma de procedimientos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de No conformidades.</li> <li>- Registro de entornos de prueba</li> <li>- Registro de liberaciones</li> <li>- Reporte sobre estado de las pruebas</li> <li>- Informe de evaluación.</li> <li>- Minuta de reunión.</li> <li>- Acta de evaluación de productos</li> <li>- Acta de aceptación</li> </ul>
FII-5 Establecer estructura documental del SGC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación de la documentación dentro del SGC.</li> <li>- Medio de soporte de la documentación del SGC.</li> <li>- Herramienta de almacenamiento del SGC.</li> </ul>

## Anexo 10. Actividades y artefactos de la fase de Implementación

Tabla 13: Actividades y artefactos de la fase de Implementación (Fuente: Elaboración propia).

Actividades	Artefactos
FIII-1 Implementar del SGC	Política de Calidad_Aprobada Objetivos de Calidad_Aprobada
FIII -2 Elaborar documentación	<p><u>Procesos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de productos</li> <li>- Aceptación y piloto</li> <li>- Docencia</li> </ul> <p><u>Procedimientos de gestión:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de la documentación y los registros.</li> <li>- Revisión de los pedidos, ofertas y contratos.</li> <li>- Subcontratación de ensayos.</li> <li>- Compra de servicios y suministros.</li> <li>- Satisfacción del cliente.</li> <li>- Acciones Correctivas, Acciones Preventivas, Productos no Conformes.</li> <li>- Auditorías internas. (Plan de auditorías internas)</li> <li>- Revisiones por la dirección (Plan de revisiones por la dirección)</li> </ul> <p>Registros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de personal subcontratado</li> <li>- Registro de No Conformidades</li> </ul> <p><u>Procedimientos Técnicos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de recursos humanos.</li> <li>- Protección de entornos de pruebas</li> <li>- Control de la información de los entornos de pruebas.</li> <li>- Protección y control de los medios básicos.</li> <li>- Manipulación de entornos de prueba.</li> <li>- Aseguramiento control de la calidad del</li> </ul>



**CS-SGC-D (13-001) Plan Anual de Auditorías de la Calidad.**



Elaborado por el Centro Nacional de Calidad de Software  
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

Plan anual de auditorías de la calidad 

**Control del documento**

Título: Plan anual de auditorías de la calidad  
Versión: 1.1

	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Yanet Bito Riveral	Especialista Superior en el área del BSC
Revisado por:	Yoandy Lazo Alvarado	Jefta del DEPSW
Aprobado por:	Ryché Cebole García	Directora General
Fecha:	05/02/2012	Firma:

**Reglas de Confidencialidad**

Cantidad de páginas: 4  
Clasificación: USO INTERNO  
Forma de distribución: PDF Digital

**Control de Cambios**

Versión	Sección, Figura, Tabla	Tipo A, B, M	Fecha	Autor del cambio	Descripción del Cambio
1.0	Todo	A	11/02/2012	Yanet Bito Riveral	Elaboración del documento

Indicar el tipo de cambio: A Alta, B Baja, M Modificación

CALISOFT S.L. Carretera San Antonio de los Baños Km. 2.7, Formosa, La Llave, La Habana, Cuba.  
Teléfono (537) 6374437

**Anexo 13. Mapa de procesos**



Figura 23: Mapa de procesos del laboratorio (Fuente: Elaboración propia).

**Anexo 14. Encuesta de satisfacción de usuario.**

La presente encuesta ha sido elaborado, como parte de la investigación correspondiente a la tesis de maestría: *“Estrategia de acreditación del Laboratorio Industrial de Pruebas, según la norma NC-ISO/IEC 17025:2006”*, con la finalidad de conocer la satisfacción de los miembros del LIPS con la estrategia propuesta. Sus criterios serán de vital importancia de ahí que le pedimos sea lo más claro y sincero posible en sus respuestas. Le garantizamos total confidencialidad y anonimato.

**Gracias por su colaboración.**

1. ¿Desearías que tu organización optara por la acreditación de los ensayos/pruebas que realiza?  
 Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No sé\_\_\_\_

2. ¿Considera usted beneficioso que los laboratorios que realizan ensayos al software ofrezcan este servicio sin el empleo de la herramienta de acreditación?  
 Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No sé\_\_\_\_

3. ¿Si usted necesitara organizar y preparar su laboratorio para la acreditación, emplearía la estrategia propuesta?  
 Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No sé\_\_\_\_

4. ¿Le satisface sus expectativas la estrategia propuesta?  
 Me gusta mucho \_\_\_\_  
 Me gusta más de lo que me disgusta \_\_\_\_  
 Me es indiferente \_\_\_\_  
 Me disgusta más de lo que me gusta \_\_\_\_  
 No me gusta \_\_\_\_  
 No puedo decir \_\_\_\_

5. ¿Considera útil para un laboratorio de evaluación de la conformidad a productos software, que desee acreditarse, utilizar la estrategia propuesta?

6. ¿Qué elementos usted considera deban agregarse o eliminarse de la estrategia propuesta?

**Anexo 15.** Variables que se tuvieron en cuenta en el cuasi experimento.

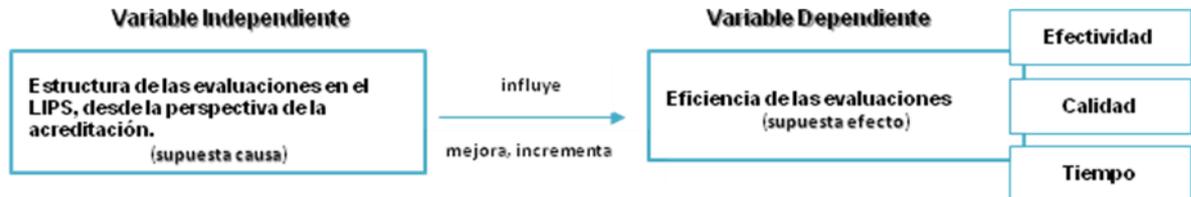


Figura 24: Variables intervinientes en el cuasi experimento (Fuente: Elaboración propia).

**Anexo 16.** Registro de liberaciones de productos evaluados

Centro	Proyecto	Tipo Proyecto	# Solicitud	Producto	Artefactos	Versión	Tamaño(CU o Pá.)	Fecha Liberación	Especialista
CESOL	Sistema de certificación y homologación de hardware para Nova	Nacional	61115	nova-certified-printers	1. Manual de usuario	v0.1.0-1-1	(3 páginas).	11/08/2012	S. Leyva A. Lugo
CESOL	Sistema de certificación y homologación de hardware para Nova	Nacional	61115	nova-certified-printers	2. nova-certified-printers	0.1.0-1	13 CU	11/08/2012	S. Leyva A. Lugo
FORTES	Recursos Didácticos	Nacional	63133	Magnoliophytas en Familias	Aplicación Multimedia	v1.0	por definir la cantidad de CU).	11/07/2012	Y.P. Núñez
GEySED	Captura y catalogación de medias.	Informatización	57729	CCM	Sistema Gestor de Procesos de Media	v1.0	(12 CU).	07/11/2012	D. Fresneda Y. Arias Y. Pérez
GEySED	Captura y catalogación de medias.	Informatización	57729	CCM	Manual de Usuario Monitor de procesos	v1.0	por definir la cantidad de CU).	07/11/2012	D. Fresneda Y. Arias Y. Pérez
GEySED	Captura y catalogación de medias.	Informatización	57718	CCM	Módulo Catalogación de materiales audiovisuales.	v1.0	6 CU	13/11/2012	D. Fresneda Y. Arias Y. Pérez
ISEC	CICPC Fase IV. Sistema de Investigación e Información Policial (SIIPOL)	Exportación	64060	SIIPOL	Módulo Evidencias	v5.0	(11CU)	16/11/2012	S. Gé Y. Rondón
ISEC	CICPC Fase IV. Sistema de Investigación e Información Policial (SIIPOL)	Exportación	64061	SIIPOL v5.0	Módulo Investigación Forense	v5.0	82 CU	27/11/2012	Yaneida Rondón

**Anexo 17.** Análisis de la calidad de un expediente de evaluación a partir del estudio de las inconsistencias de un expediente de ensayo/prueba.

#### Métrica de calidad:

$$C = 1 - \frac{A}{B}$$

Formulación matemática: donde:

**C:** Calidad promedio

**A:** Total de inconsistencias de un expediente

**B:** Máximo de inconsistencias de un expediente.

Para el análisis de los resultados se tuvo en cuenta la media o promedio de valores de

$$Cm = \sum_{i=0}^n \frac{C}{n}$$

calidad, dada por

Tabla 14: Número de inconsistencias por expedientes de evaluación (Fuente: Elaboración propia).

Cantidad de NC			Calidad	
SVN	Redmine	Total	Fórmula	Resultado
3	0	3	1- (3/12)	0,75
1	3	4	1- (4/12)	0,66666667

4	0	4	1- (4/12)	0,66666667
5	0	5	1- (5/12)	0,58333333
4	0	4	1- (4/12)	0,66666667
3	0	3	1- (3/12)	0,75
2	2	4	1- (4/12)	0,66666667
1	1	2	1- (2/12)	0,83333333
1	4	5	1- (5/12)	0,58333333
2	0	2	1- (2/12)	0,83333333
4	1	5	1- (5/12)	0,58333333
0	0	0	1-(0/12)	1
2	0	2	1- (2/12)	0,83333333
4	0	4	1- (4/12)	0,66666667
3	0	3	1- (3/12)	0,75
2	0	2	1- (2/12)	0,83333333
5	3	8	1- (8/12)	0,33333333
2	1	3	1- (3/12)	0,75
4	2	6	1- (6/12)	0,5
1	0	1	1- (6/12)	0,91666667
1	0	1	1- (1/12)	0,91666667
<b>Valor medio</b>				0,71825397

A partir de la media de calidad obtenida (71,8 %), y teniendo en cuenta que esta debe comportarse entre 0 y 100%, como límites de calidad muy baja y calidad muy alta respectivamente, se establecieron los siguientes intervalos (tabla 26) para determinar el nivel de calidad presente durante la realización de un servicio de evaluación en un determinado proyecto.

Tabla 15: Clasificación de los intervalos de calidad (Fuente: Elaboración propia).

Calidad muy baja	Calidad baja	Calidad alta	Calidad muy alta
$0 < C \leq 58$	$58 < C \leq 71.8$	$71.8 < C \leq 82$	$82 < C \leq 100$

**Anexo 18. Criterios de criticidad**

Los Criterios de criticidad establecen los parámetros para declarar un producto del desarrollo de software en estado crítico de terminación. Son aplicables durante todo el proceso de evaluación. A partir de estos puede determinarse si un proceso de evaluación se declara “Detenido”, “Abortado” o si puede continuar con la siguiente etapa o iteración.

**Prueba Detenida (PD):** Se para la prueba y se reinicia en la misma actividad que se detuvo. Una evaluación puede estar detenida hasta una semana, este plazo se decide de conjunto con todos los involucrados en la evaluación según los motivos que hicieron que detuviera el proceso. En caso de que no se cumpla el tiempo, se convoca una reunión con los involucrados para decidir, en dependencia de las causas del incumplimiento del plazo establecido, si se declara la evaluación como Abortada.

**Prueba Abortada (PA):** Se detiene la prueba y para reiniciarla debe hacerse una nueva solicitud, donde debe aparecer la fecha de inicio de la evaluación al menos una semana después de abortada la prueba.

**Una evaluación se declara en estado Detenida si:**

1. Los aspectos que determinaron que los criterios de inicio de evaluación no fueran suficientes para iniciar el proceso, pueden ser solucionados en máximo una semana.
2. Se presenta alguna situación durante la prueba (puede ser relacionada con el entorno de prueba o algún problema del artefacto), que requiere no más de una semana para poder arreglar el problema y continuar esta.
3. Se mantienen las NC detectadas en la iteración anterior y se requiere no más de tres días para resolverlas.
4. La ejecución de la evaluación se ve afectada por un evento externo al proceso, que no pudo ser considerado dentro de los riesgos, al inicio de la evaluación. En este caso el tiempo para reiniciar la evaluación deberá acordarse entre todos los involucrados en el proceso.

**Una evaluación se declara en estado Abortada si:**

1. Se excede el tiempo de la Prueba Detenida.
2. Los aspectos que determinaron que los criterios de inicio de evaluación no fueran suficientes para iniciar el proceso, no pueden ser solucionados en máximo una semana.
3. Se realizan cambios en el artefacto sobre la versión que está siendo evaluada.

4. Se mantienen NC detectadas en la iteración anterior (la segunda vez que se realice la prueba de regresión de una iteración).
5. Se mantienen las NC detectadas en la iteración anterior y no pueden ser resueltas en no más de 3 días.
6. Supera el producto, como promedio, la tasa de una NC Significativa por unidad de revisión (caso de prueba, página, pantallas de la aplicación, requisitos, funcionalidades, etc.).
7. Excede el producto las iteraciones establecidas en la planificación inicial.
8. Existe incoherencia entre los artefactos que tienen relación o dependencia entre sí.
9. Se incumple con lo pactado en el Plan de Evaluación del Producto, sin previo acuerdo entre los involucrados.
10. Se incumple con al menos uno de los requisitos establecidos para la evaluación, en la Reunión de Inicio.

**Anexo 19.** Análisis de la efectividad del servicio de evaluación a productos a partir del estudio de las solitudes de ensayos/pruebas de liberación.

**Métrica de efectividad:**

Formulación matemática:  $Efectividad = \frac{TI}{Ta - Tb} \times 100$

Donde:

**TI:** total de solicitudes liberadas

**Ta:** total de solicitudes aceptadas

**Tb:** total de solicitudes abortadas

Cálculo del valor promedio de efectividad:

$$Efectividad\ media = \sum_{i=0}^n \frac{Efectividad}{n}$$

Para el análisis de los resultados se tuvo en cuenta la media o promedio de valores de efectividad promedio, dada la *Efectividad media*.

Tabla 16: Efectividad del servicio de evaluación a productos (Fuente: Elaboración propia).

Cantidad de solicitudes por año			Efectividad del servicio (%)
Año	Liberadas	Abortadas	

2011	100	225	15	<b>47,6</b>
2012	100	124	15	<b>91,7</b>
2013	140	158	14	<b>97,2</b>
<b>Efectividad media</b>				0,78861463

A partir de la media de efectividad obtenida (78,9 %), y teniendo en cuenta que esta debe comportarse entre 0 y 100%, como límites de efectividad muy baja y efectividad muy alta respectivamente, se establecieron los siguientes intervalos (tabla 28) para determinar el nivel de calidad presente durante la realización de un servicio de evaluación en un determinado proyecto.

Tabla 17: Clasificación de los intervalos de efectividad (Fuente: Elaboración propia).

Efectividad muy baja	Efectividad baja	Efectividad alta	Efectividad muy alta
$0 < E_{ft} \leq 47.6$	$47.6 < E_{ft} \leq 78.9$	$78.9 < E_{ft} \leq 94.5$	$94.5 < E_{ft} \leq 1$

**Anexo 20.** Representación gráfica del proceso de evaluación a productos según etapas que lo componen.

**Etapa Inicio y Planificación:** Es la primera etapa que tiene lugar en cada servicio que se brinda, guiada por el grupo de SCCS. En ella se verifica la completitud de los datos de la solicitud, se asigna el especialista que guiará el proceso de pruebas, se identifican requisitos y riesgos del servicio y se hace un primer acercamiento a la estrategia de pruebas a emplear, según las características del proceso. La actividad de análisis de la solicitud de servicio concluye con la presentación de la oferta de servicio al cliente.

En esta etapa se inicia el proceso de comunicación, de manera directa, con el cliente, por lo cual es importante que se establezcan los canales para darle continuidad a esta comunicación, accesibles a todos los involucrados en el proceso de pruebas. En la figura 3 se muestra la representación gráfica de esta etapa.



Figura 25: Representación gráfica de la etapa: Inicio y Planificación (Fuente: (CINTRA, 2013))

**Etapa Diseño:** Esta etapa es de ejecución estratégica para el correcto desarrollo de las etapas restantes. Es organizada por el GIPS y llevada a la práctica a través del “Taller de

Diseño”. En ella se detalla la estrategia de pruebas general que fue planteada en la etapa anterior, se identifican los tipos de pruebas a ejecutar, los recursos necesarios para llevar a cabo la prueba, se establece una estimación del tiempo de duración del proceso de pruebas en cuestión y se validan los requisitos de la prueba identificados hasta el momento. Al mismo tiempo se realiza el proceso de condicionamiento del entorno de pruebas y de entrega y/o instalación de los artefactos que serán probados. En la figura 4 se muestra la representación gráfica de esta etapa.



Figura 26: Representación gráfica de la etapa: Diseño (Fuente: (CINTRA, 2013)).

**Etapa Ejecución:** Esta es la etapa fundamental del proceso de pruebas y es guiada por el Coordinador del servicio. En ella tienen lugar la implementación de la estrategia de pruebas trazada en la etapa anterior y por tanto son ejecutadas las actividades planificadas de las que se muestran en la figura 5 (donde aparece la representación gráfica de esta etapa).

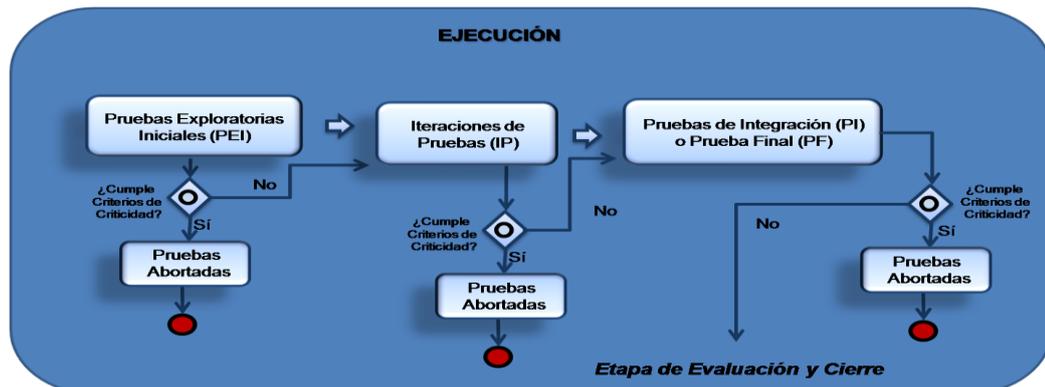


Figura 27: Representación gráfica de la etapa: Ejecución. (Fuente: (CINTRA, 2013))

**Etapa Evaluación y Cierre:** En esta etapa se realiza una evaluación del comportamiento del servicio en función de la eficiencia del proceso desarrollado, la calidad del producto y el grado de satisfacción del cliente. Se realiza oficialmente el último encuentro entre todos los involucrados del proceso de pruebas que ha llegado a su fin. Se presentan los resultados fundamentales del proceso que fueron analizados en la primera actividad de la etapa y se

realiza entrega de la documentación de cierre del servicio al cliente. En este espacio se aplica la encuesta de satisfacción del cliente diseñada para este proceso. En la siguiente figura 6 aparece la representación de esta etapa.

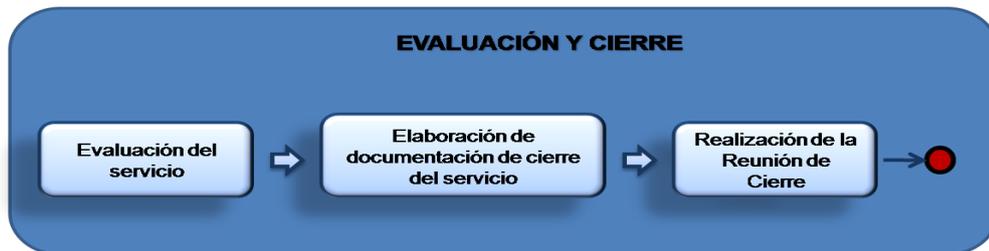


Figura 28: Representación gráfica de la etapa: Evaluación y cierre. (Fuente: (CINTRA, 2013))

**Anexo 21.** Análisis del tiempo del servicio de evaluación a partir del análisis de las solitudes de ensayos/pruebas de liberación.

Formulación matemática:

Cálculo del valor promedio del tiempo total:

$$Tiempo\ medio = \sum_{i=0}^n \frac{t1+..+tx}{n}$$

donde:

$t_i$ : tiempo correspondiente a cada etapa

$X= 4$

Para el análisis de los resultados se tuvo en cuenta la media o promedio de valores de tiempo total, dado por *Tiempo medio*.

Tabla 18: Tiempo total de ejecución de un servicio de evaluación (Fuente: Elaboración propia).

Proyecto	Artefacto	Cant. pág, CP, DCP o requisitos	Antes de aplicar la estrategia				
			E_1	E_2	E_3	E_4	Total
A	A_1	24 CU	6	9	4	2	21
	A_2	46 pág	8	4	20	6	38
B	B_1	41pág	7	4	27	6	44
C	C_1	22 CU	5	4	7	9	25
A	A_3	24 CU	10	2	7	4	23
C	C_2	26 CU	10	25	5	3	43
E	E_1	45 pág	6	2	8	2	18
F	F_1	26 CU	10	3	48	10	71

G	G_1	20 CU	5	6	36	2	49
	G_2	20 CU	5	10	21	21	57
I	I_1	20 CU	15	5	30	6	56
J	J_1	48 pág	10	9	22	5	46
	J_2	26 CU	10	10	27	10	57
L	L_1	15 CU	10	10	35	5	60
M	M_1	35 CU	12	12	52	14	90
N	N_1	28 CU	12	15	42	14	83
O	O_1	30 CU	10	20	36	5	71
	O_2	30 CU	12	21	12	5	50
Q	Q_1	50 pág	10	9	14	4	37
R	R_1	28 CU	12	20	31	5	68
<b>Media muestral del tiempo</b>							50,35

Para catalogar el tiempo durante la realización de las pruebas en un determinado proyecto se aplica la siguiente escala, elaborada a partir del resultado de la media muestral calculada:

Tabla 19: Clasificación de los intervalos de tiempo (Fuente: Elaboración propia).

<b>Extenso</b>	<b>Medio</b>	<b>Corto</b>
$Tt > 50.35$	$Tt = 50.35$	$Tt < 50.35$

## Anexo 22. Resultados de la triangulación metodológica.

Tabla 20: Resultados de la triangulación metodológica (Fuente: Elaboración propia).

Objetivo a evaluar	Métodos cuantitativos	Método cualitativos	Conclusión
<p>Diseñar una estrategia que permitiera estructurar las evaluaciones en un laboratorio de pruebas de software, desde la perspectiva de la acreditación.</p>	<p>Técnica de <b>IADOV</b>, para comprobar el nivel de satisfacción de los usuarios respecto a la estrategia propuesta. El ISG fue de 0.6093, lo que evidencia satisfacción entre los usuarios finales.</p> <p><b>Cuasiexperimento</b> para comprobar el comportamiento de la variable eficiencia en las evaluaciones que se realizan en el LIPS, a partir del análisis de los indicadores: efectividad, eficacia y tiempo, en un grupo de servicios analizados.</p>	<p><b>Entrevista a profundidad</b> para evaluar la pertinencia de la estrategia y su aplicabilidad al LIPS. Como resultado se obtuvo una aprobación unánime de la propuesta para si implantación.</p> <p><b>Método de comparación</b> Se pudo constatar el aporte de la estrategia a elevar la eficiencia en las evaluaciones que se realizan en el LIPS.</p>	<p>Según los resultados tanto cuantitativos como cualitativos se puede concluir que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe un mayor índice de eficiencia en las evaluaciones que realiza el LIPS, constatado a través del resultado de los indicadores: efectividad, eficacia y tiempo.</li> <li>- Existe un nivel de satisfacción en los usuarios respecto a la implantación de la propuesta.</li> <li>- La estrategia, así como el documento “Guía de requisitos complementarios”, cuentan con la aprobación de expertos para su implantación, catalogados como apropiada e innovadora, que promueven el uso de estándares para una mejor ejecución de los servicios de ensayo/pruebas.</li> </ul> <p>Por tanto, se comprueba la validez de la estrategia para estructurar las evaluaciones del LIPS, desde la perspectiva de la acreditación, que eleva la eficiencia en la evaluación de los productos.</p>

**Anexo 23.** Publicaciones y memorias de eventos.**PUBLICACIONES EN REVISTAS:**

RIVEROL, Y. B. y GARCÍA, T. C. Sistema de Gestión de la Calidad en un Laboratorio de Evaluación de Software que opta por la Acreditación. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software (RACCIS)*, Julio-Diciembre 2013, vol. 3, nº 2, Disponible en: <http://fundacioniai.org/raccis/v3n2.htm>. ISSN 2248-7441.

**PUBLICACIONES EN CONGRESOS Y MEMORIAS DE EVENTOS:**

RIVEROL, Y. B. y GARCÍA, T. C. *Estrategia de Trabajo en el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software (LIPS) desde la Perspectiva de la Acreditación*. En *I Taller Internacional de Ingeniería y Calidad de SW. UCIENCIA* La Habana. Abril.2014.

RIVEROL, Y. B.; GARCÍA, T. C., *et al.* *MARCO DE TRABAJO BASADO EN LA NC-ISO IEC 17025 PARA ASEGURAR COMPETENCIA TÉCNICA EN UN LABORATORIO*. En *1er Congreso de Gestión de la Calidad y Protección Ambiental*. La Habana. Junio.2014.

RIVEROL, Y. B. y GARCÍA, T. C. *LA ACREDITACIÓN DEL LIPS, UNA EXPERIENCIA NOVEDOSA PARA EL TESTING*. En *VI Taller Internacional de Calidad de las TICs, XV Convención Informática 2013*. La Habana. Marzo.2013a.

Sistema de Gestión de la Calidad en un Laboratorio de Evaluación de Software que opta por la Acreditación. *II Congreso Latinoamericano de Ingeniería de Software, LACREST 2013*. Colombia. 2013

RIVEROL, Y. B. y GARCÍA, T. C. *Propuesta de Acreditación del Laboratorio Industrial de Pruebas de Software*. En *Latin American and Caribbean Conference (LACCEI)*. Panamá. Agosto.2012.

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Actividad:** Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad que permite que el trabajo ha realizar sea descrito y entendido de manera precisa por aquellos que tienen que ejecutarlo.

**Artefacto:** Un artefacto es todo tipo de información creada, producida, cambiada o usada por el proceso, es un producto del proceso. Los artefactos pueden tener asociado una plantilla, como guía de su contenido. Los artefactos podrán asociarse a las actividades como entrada o salida de las mismas.

**Atestación:** Emisión de una declaración, basada en una decisión tomada después de la revisión, que se ha demostrado que se cumplen los requisitos especificados.

**Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas.

**Calidad de software:** La concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente.

**Efectividad:** mide los resultados alcanzados en función de los objetivos que se han propuesto. Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**Eficiencia:** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

**Ensayo/Prueba:** Determinación de una o más características de acuerdo con un **procedimiento**.

**Equipo de desarrollo:** Es un grupo de trabajo constituido por una serie de profesores, investigadores, colaboradores y alumnos unidos en la ilusión de acometer un determinado proyecto o avanzar en el conocimiento y en la investigación teórica y aplicada.

**Herramientas:** Utensilios o provisiones necesarias para poder emprender un proyecto de software. Soportan los procesos de desarrollo de software modernos. Las herramientas asisten en la realización de las diversas actividades del proceso. Las herramientas podrán ser asociadas o desasociadas a una actividad. Esto indica que para realizar la actividad se usa la herramienta. Las mismas pueden ser automatizadas o no.

**No conformidad:** De acuerdo a la definición en la norma NC ISO 9000: 2005 (3.1.2), una no conformidad es el incumplimiento de un requisito.

**Métricas:** una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado.

**Proceso:** Es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un resultado.

**Producto:** Conjunto de artefactos que se crean durante la vida del proyecto, como los modelos, código fuente, ejecutables y documentación.

**Proyecto:** Combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito, tiene un punto de comienzo definido y con objetivos definidos mediante los que se identifican.

**Proyecto de software:** El elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software. El resultado de un proyecto es una versión de un producto.