

## Facultad 5



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

### **Título:**

Desarrollo del área de proceso Validación del nivel 3 de  
CMMI para el Centro de Informática Industrial

**Autor(s):** Anacelia Díaz Naranjo.

**Tutor(s):** Mariela Cepero Núñez.

Yusmila Vidiaux Lores.

Ciudad de La Habana, junio de 2012

Año 54 de la Revolución

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

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

Ing. Yusmila Vidiaux Lores

Anacelia Díaz Naranjo.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma del Autor

Ing. Mariela Cepero Núñez.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

## DATOS DE CONTACTO

**Tutor:** Ing. Yusmila Vidiaux Lores.

Departamento de Sistemas Digitales Facultad 5, Universidad de las Ciencias Informáticas,

Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 1\2, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

Correo: [yvidiaux@uci.cu](mailto:yvidiaux@uci.cu).

**Tutor:** Ing. Mariela Cepero Núñez.

Centro de Informática Industrial (CEDIN), Universidad de las Ciencias Informáticas,

Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 1\2, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

Correo: [mceperon@uci.cu](mailto:mceperon@uci.cu).

## AGRADECIMIENTOS

A mi mamá y a Pupy por querer siempre lo mejor para mí, por apoyarme en todas y cada una de mis decisiones, por la confianza que me tienen, aunque a veces me peleen tanto. A ti madre te doy gracias por traerme al mundo y por estar a mi lado siempre, aunque estuvieras lejos. A ti Pupy, porque aunque no lo sepas todos los días doy gracias a Dios por tenerte en nuestras vidas.

A mi papá e Ida, gracias por complementarme esa otra parte de mi gran familia. A Ida especialmente por darme a mi hermanita del alma, quien nos cambió la vida a todos.

A mis 2 hermanos, gracias por existir. A mi tata por ser mi mejor ejemplo en todo, por ser tan amoroso desde siempre conmigo, por aguantar todas mis malcriadeces. A mi flor del campo (Idaber), gracias por ser ese ángel en nuestras vidas, por quererme tanto aunque no estemos siempre juntas.

A mi abuela Ana, gracias por ser mi ángel de salvación, por de algún modo apoyarme en estos 5 años.

A mi abuela Curra, gracias por ser tan linda conmigo, por estar siempre tan preocupada por todos, por enseñarnos qué es una familia.

A mi tío Paco y mi tía Niurka, gracias porque siempre he tenido el apoyo incondicional de ustedes. En especial a mi tío, que siempre ha estado junto a mí para brindarme su mano y por ser el continuador de la difícil misión de mantener la familia unida y ser la columna principal de todos.

A mis primos Celia, Sergito, André, Paqui, Laurita, gracias por ser tan lindos conmigo.

A mi tío André y mi tía Babi, gracias por tener siempre ese consejo sabio para darnos.

A mi tía Amely, gracias porque estar siempre pendiente de mi vida.

**A mi familia numerosa le agradezco todo su apoyo, gracias por quererme y creer siempre en mí.**

A mis amigos que son muchos, pero todos están dentro de mí. Para los que estén y los que no estén, para los que por una cuestión y otra dejaron de serlo, muchas gracias por brindarme su amistad.

A Yusi, Yanai, Liset, Yainury, Greter, Lauren, Lilianne, Claudia, Olivia, Adilen gracias por brindarme de alguna forma cada una siempre su mano, por haberme enseñado a que no necesariamente tenemos que ser iguales para tener una linda amistad. Gracias por compartir conmigo tantas locuras.

A Daniel, Kike, Lito, Wilder, Carlitos, Mora, Marcell, Nivi, Hecty, en fin a todos mis niños lindos, doy gracias por haberlos conocido, siempre los llevaré en mi corazón. Más que amigos, son como mis hermanos.

A Javier, mil gracias por apoyarme desde el primer día que me conoció, por cuidar de mí y de mis cosas, aun cuando me pongo malcriada, por ayudarme incondicionalmente en mi tesis y sobre todo gracias por quererme a pesar de todo.

A Enier, Andy y Consuegra, les agradezco mucho ese cariño que sé que me tienen de corazón, ojalá la vida nos hubiera dado la oportunidad de habernos conocido antes. Los extraño muchisimoooo.

A Yolanda, Dianamary y Rosalia, por ser como dicen amigas para siempre, mil gracias a por estar siempre presente cuando las necesito y por aceptarme tal como soy.

A la abuela Mariana, gracias por ser otro de los ángeles que me guían, gracias por darme tanto amor, por cautivar mi corazón desde que te conocí.

A el loco de Manuel ( padre) gracias por ser incondicional siempre hacia mí, por preocuparte tanto por mí y de mis cosas, por hacer que los problemas luzcan cosas sin tanta importancia y darme calma cuando me desespero.

A mis vecinas, por cuidar de mi madre mientras yo realizaba nuestro sueño, gracias porque las considero parte de mi familia.

A mis tíos no de sangre pero si de corazón Carmita y Eduardo, pido a Dios todos los días, porque me duren muchos años. Gracias a ustedes y toda su familia por querernos tanto, por ser tan especiales conmigo y mi madre. Siempre estarán en nuestros corazones.

**A todos ustedes**

**Gracias**

**DEDICATORIA**

*A mi madre, por dedicar toda su vida a la mía, por confiar y creer en mí en todo momento, por ser más que un ejemplo de madre y amiga. A ella le dedico todos mis sacrificios y mis triunfos, todo lo que he aprendido en la vida ha sido gracias a sus esfuerzos.*

*A mi segundo padre, por ser quien desde niña me acogió con tanto amor, por darme una familia, por ser la persona que siempre cuida de mí y de mi madre, por no haberme fallado jamás en la vida.*

*A mi papá y a Ida, por estar en muchas ocasiones a mi lado, por haberme dado su apoyo de alguna manera cuando los he necesitado.*

*A mis hermanos, por ser la luz de mis ojos, por tenerlos y ser tan especiales conmigo.*

*A Migue, por toda la paciencia que ha tenido conmigo, por todas las cosas que me has enseñado durante todos estos años y el amor que me has ofrecido siempre.*

*A mi abuelo, porque aunque hoy no este físicamente a mi lado, sé que desde el cielo, siempre nos cuida y nos ilumina el camino a seguir.*

*Se la dedico a mi familia en general.*

### **RESUMEN**

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) es considerada la mayor organización productora de software en Cuba. En ella se encuentra la Facultad 5 a la cual pertenece el Centro de Informática Industrial (CEDIN), encargado de desarrollar productos y servicios informáticos de automatización industrial y computación gráfica.

Este centro tiene un proceso de pruebas que describe un conjunto de actividades sin tener en cuenta la calidad entre estas. Por ello se hace necesario comenzar a investigar cómo mejorar este proceso, mediante el empleo de modelos de mejoras de procesos que se utilizan a nivel internacional, ya que permiten erradicar los problemas existentes en la producción de software y mejorar la calidad de los mismos.

Precisamente con la presente investigación se realiza una propuesta, basada en el Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades (CMMI) para realizar pruebas a los software, aplicando el área de proceso Validación (VAL) y contribuir a la obtención de productos con calidad modificando algunas actividades fundamentales que resultan imprescindibles en la vida de los mismos para el CEDIN. Para lograr esto fue necesario diagnosticar la situación actual de esto en el centro, apoyándose en la investigación así como la aplicación de encuestas y entrevistas.

**Palabras claves:** CMMI, VAL.

**ÍNDICE**

Introducción..... 6

1.1. Consideraciones generales sobre el estado del problema..... 6

1.2. Conceptos Principales..... 7

1.2.1. Calidad. .... 7

1.2.2. Calidad de Software. .... 7

1.2.3. Pruebas de Software. .... 8

1.2.4. Mejora de Procesos. .... 10

1.2.5. Modelos y Estándares de Calidad. .... 11

1.3. Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades. .... 13

1.3.1. Estructura..... 13

1.3.2. Países que han optado por el modelo CMMI. .... 15

1.3.3. Áreas de Procesos de CMMI..... 16

1.3.4. Procesos de Verificación y Validación (V&V) en el modelo CMMI. .... 18

1.3.5. Estándares de referencia para el proceso V&V. .... 20

Conclusiones parciales..... 21

**CAPÍTULO 2: PROPUESTA DEL PROCESO ..... 22**

Introducción..... 22

2.1. Validación según CMMI..... 22

2.1.1. ¿Por qué desarrollar el área de proceso Validación del nivel 3 de CMMI? ..... 22

2.1.2. Metas y Prácticas Específicas del área de proceso de VAL. .... 22

2.1.3. Metas y Prácticas Genéricas del área de proceso de VAL. .... 26

2.2. Definición del área de proceso Validación. .... 27

2.2.1. Relación del área de proceso VAL con otras áreas de proceso. .... 28

---

2.3.	Adaptación del área de proceso VAL para el CEDIN. ....	29
2.3.1.	Diagrama de interacción de los subprocesos. ....	29
2.3.2.	Diagrama de relación de los subprocesos con el ciclo de vida de los proyectos. ....	31
2.3.3.	Descripción gráfica del subproceso Seleccionar Producto.....	31
2.3.4.	Descripción textual del subproceso Seleccionar Producto.....	32
2.3.5.	Descripción gráfica del subproceso Establecer ambiente de Validación. ....	33
2.3.6.	Descripción textual del subproceso Establecer ambiente de Validación. ....	34
2.3.7.	Descripción gráfica del subproceso Validar Producto. ....	35
2.3.8.	Descripción textual del subproceso Validar Producto.....	36
2.4.	Productos de trabajo del área de proceso VAL. ....	37
2.4.1.	Plantilla de Solicitud de Prueba del CEDIN. ....	37
2.4.2.	Plantilla del Plan de Pruebas.....	37
2.4.3.	Plantilla de Procedimiento y Criterios de Validación.....	38
2.4.4.	Informe de la Validación .....	38
2.4.5.	Informe del Informe de Pruebas .....	38
2.4.6.	Plantilla de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN. ....	39
2.4.7.	Documentos Generales del proceso. ....	39
	Conclusiones parciales.....	48
	CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	49
	Introducción.....	49
3.1.	Aplicación del Libro de Proceso para la Validación. ....	49
3.1.1.	Aplicación del artefacto Plantilla de Solicitud de Pruebas del CEDIN.....	49
3.1.2.	Aplicación del artefacto Plan de Prueba. ....	50

3.1.3. Aplicación del artefacto Diseño de Caso de Prueba.....	51
3.1.4. Aplicación del artefacto Informe de Validación. ....	51
3.1.5. Aplicación del artefacto Informe de Prueba. ....	52
3.1.6. Aplicación del artefacto Acta de entrega de servicio de pruebas del CEDIN. ....	52
3.2. Análisis de los resultados.....	53
Conclusiones parciales.....	53
CONCLUSIONES .....	54
RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS .....	58
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	69

## Índice de Tablas y Figuras

---

Tabla 1. Países que tienen certificado algún nivel de CMMI. ....	15
Tabla 2. Áreas de procesos.....	17
Tabla 3. Metas y Prácticas Específicas de VAL.....	23
Tabla 4. Áreas de procesos relacionadas con VAL. ....	28
Tabla 5. Estrategias de pruebas.....	40
Tabla 6. Niveles de prueba. ....	42
Tabla 7. Tipos de prueba. ....	42
Tabla 8. Rol y responsabilidades asociados a VAL. ....	43
Tabla 9. Técnicas de prueba. ....	46
Tabla 10. Herramientas de prueba.....	47
Tabla 11. Artefactos Liberados.....	52
Tabla 12. Niveles de capacidad de CMMI de la estructura Continua.....	59
Tabla 13. Niveles de madurez de CMMI de la estructura Escalonada. ....	60
Tabla 14. Descripciones de las áreas de procesos. ....	61
Fig. 1. Propósito del área de proceso Validación.....	28
Fig. 2. Interacción de subprocesos.....	29
Fig. 3. Relación del proceso con el ciclo de vida de los proyectos. ....	31
Fig. 4. Aplicación de artefactos. ....	53

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria de software alcanza una posición relevante dentro de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), por su característica de controlar o hacer accesible, los adelantos tecnológicos. Hoy en día se hace complicado tener una estructura definida u organización apropiada dentro de los proyectos de los países sub-desarrollados que les permita la competencia con los de primer mundo, sin la adopción de los procesos adecuados de desarrollo que contribuyan a obtener un producto de mayor calidad, menor costo y que cubran todas las expectativas de los clientes.

La industria del software en Cuba se ha convertido en una de las nuevas vías de ingreso económico, pero a pesar de esto el país no se encuentra excluido de los problemas del mundo de la informática. El mismo se encuentra afectado por las tendencias al crecimiento del volumen y complejidad de los productos; el insuficiente personal calificado en muchas ocasiones; y la creciente exigencia de una mayor productividad y calidad en menor tiempo.

Para mitigar estos problemas el país ha estado utilizando algunos de los estándares de calidad que existen a nivel internacional, como el conjunto de las Normas ISO 9000, la cual hace énfasis en la normalización de la administración de los Sistemas de Calidad; adaptándolos a las condiciones concretas del país; así como el Modelo Integrado de Madurez de Capacidades (CMMI), el cual contribuye a la obtención de productos de mejor calidad, proporcionando prestigio y ganancias, lo que representa competitividad ante otros países.

Entre los esfuerzos que ha hecho Cuba en función de la Informática se destacan acciones asociadas a centros o instituciones como son el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, la carrera de informática, los centros regionales y la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). En esta última se desarrolla la producción de software para uso nacional e internacional. Además se implementa el modelo de enseñanza y aprendizaje desde la producción con el objetivo de impulsar la industria del software cubano. Aunque es un centro que no tiene mucho tiempo de creado, está consolidando la estructura productiva, respaldada por la tecnología y principalmente por el gran capital humano con el que cuenta.

En los últimos tiempos en la universidad se acomete un proyecto de mejora de sus procesos basado en el Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades (CMMI) y en la contratación de los servicios de consultoría del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey. Con CMMI instaurado en la UCI se logran beneficios como: calendarios y presupuestos predecibles en los proyectos; mejora del ciclo de vida dentro del desarrollo de software; mayor productividad; mayor calidad de los productos y servicios; así como la mejora del prestigio del personal que labora en el centro. Los servicios de consultoría del SIE Center además, permiten a ayudar la UCI a revisar su estrategia de mejora de procesos de software; así como alinear los procesos de desarrollo de software con los principios y requisitos del modelo CMMI.

La UCI con este proyecto pretendía en el 2010 alcanzar una certificación internacional del nivel 2 de CMMI, tras un periodo de estudio de los procesos convenientes para el funcionamiento de la organización, estos fueron validados y aprobados mediante el Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI<sup>1</sup>) en julio de 2011.

Una vez validado y aprobado el nivel 2 quedó establecido en los centros pilotos entre los que se encuentra el Centro de Informática Industrial (CEDIN) las áreas de procesos de Planeación del Proyecto (PP), Monitoreo y Control de Proyecto (PMC), Administración de Requisito (REQM), Aseguramiento de la Calidad para Procesos y Productos (PPQA), Medición y Análisis (MA), Administración de la Configuración (CM) y Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM), logrando con ello conseguir que los productos que se desarrollen dentro de este nivel tengan una mejor organización y gestión de los requerimientos, permitiendo además saber cuánto trabajo se ha hecho y cuánto queda por hacer.

Luego de este resultado, el CEDIN decidió comenzar a investigar e incorporar gradualmente algunas áreas que forman parte del nivel 3 de CMMI, tales como Verificación (VER), de la cual se logró en el curso 2010-2011 una vía para evaluar los requerimientos de un producto específico, aunque en la actualidad no se ha puesto en funcionamiento y la otra es Validación (VAL), permitiendo ambas saber que el producto se ha desarrollado de forma correcta y que cumple con los objetivos esperados.

---

<sup>1</sup> SCAMPI: es un método para evaluar el estado de los procesos de software de una organización basados en los modelos CMMI

Por lo anteriormente planteado, la **situación problemática** es la siguiente:

El Departamento de Integración y Despliegue encargado, entre otras actividades, de las pruebas internas a los productos, del Centro de Informática Industrial (CEDIN) cuenta con un proceso de pruebas que describe un conjunto de actividades sin tener en cuenta la calidad con que se realizan estas. Este proceso no forma parte del programa de mejoras, por lo que no se tiene una idea exacta de todos los artefactos que se deben generar para estar alineados con lo que se plantea en CMMI en las áreas relacionadas con esta temática, lo cual dificulta el avance para mejorar la calidad de los productos. Además de que existen algunos proyectos donde falla la constante comunicación con dicho departamento, provocando que los periodos de las pruebas sean innecesariamente más largos y costosos, siendo esto un factor que influye negativamente en la calidad del producto final.

Luego de analizar la situación problemática descrita anteriormente, se puede definir el **problema de investigación**: ¿Cómo mejorar el proceso de pruebas de software en el CEDIN para satisfacer las expectativas del cliente?, por lo cual como **objeto de estudio** se tiene: el proceso de validación en la producción de software.

Por tanto, para darle solución al problema planteado se formula como **objetivo general** de esta investigación: Desarrollar una propuesta del área de proceso Validación del nivel 3 de madurez de CMMI para el CEDIN. A partir de todo lo anterior queda delimitado el siguiente **campo de acción**: Área de proceso Validación de nivel 3 de CMMI.

Para dar cumplimiento al objetivo general se han definido las siguientes **tareas investigativas**:

- Elaboración del marco teórico de la investigación a partir del estado de arte existente.
- Definición de los artefactos, actividades y roles involucrados en el proceso de Validación en el CEDIN
- Creación de guías para la implementación del proceso Validación de CMMI.
- Validación del proceso propuesto mediante la aplicación a un proyecto real desarrollado en el Centro.

Como **idea a defender** se plantea que: Con la aplicación del área de proceso de Validación del nivel 3 de CMMI ajustada en el CEDIN, se obtendrá una mayor satisfacción de los clientes con los productos desarrollados en el centro.

Entre los **métodos de trabajo científico** utilizados se destacan:

### **Métodos teóricos:**

**Análisis Histórico-lógico:** Este método permite realizar una investigación acerca de las áreas de proceso de CMMI y las tendencias que actualmente existen, así como las estrategias que se emplean para desarrollar áreas de procesos que respondan a las necesidades de cada organización.

**Análisis- síntesis:** Para descomponer el problema de la investigación con el objetivo de describir y comprender el área de proceso Validación de CMMI.

### **Métodos empíricos:**

**Consulta Bibliográfica:** para la elaboración del marco teórico de la investigación.

**Entrevista:** Entrevista informal a estudiantes, profesores y especialistas en la rama que poseen conocimientos acerca de las áreas de proceso, específicamente a aquellos que tienen que ver con las áreas de proceso que se aplican en la universidad o hayan realizado trabajos sobre dichos temas

El contenido del siguiente trabajo está estructurado en tres capítulos.

### **Capítulo 1:** Fundamentación Teórica.

En este capítulo se realizará una descripción conceptual de las terminologías técnicas que sustentan y dan inicio a la investigación. Además de mostrar una introducción al modelo CMMI, su estructura, países que lo han optado y las áreas de procesos que lo componen, haciendo énfasis en los procesos de Verificación y Validación, como un único proceso, denominado V&V y los distintos estándares que abordan este tema en particular.

### **Capítulo 2:** Propuesta del Proceso.

En este capítulo se presenta una propuesta de implementación del área de proceso Validación del nivel 3 de madurez de CMMI para desarrollar en el CEDIN.

### **Capítulo 3:** Puesta en Práctica de la Propuesta.

En el capítulo se exponen los resultados de la implementación del área de proceso Validación del nivel 3 de CMMI propuesto para el CEDIN, mediante la aplicación de este a un producto real desarrollado en el centro.

## CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### Introducción.

En el presente capítulo se realizará una descripción conceptual de las terminologías técnicas que sustentan y conforman el punto de partida de la investigación. Se abordan los conceptos de Calidad de Software, Pruebas, Mejoras de Procesos, entre otros. Además se brinda una introducción al Modelo CMMI en la que se referencian algunas de las características fundamentales del modelo, haciendo alusión a las áreas de procesos que lo componen, fundamentalmente el área de proceso Validación del nivel 3 de madurez de CMMI.

### 1.1. Consideraciones generales sobre el estado del problema.

Una vez delimitado el marco teórico de la investigación se hace necesario abordar determinados elementos en los cuales se basó el proceso de recopilación de la información respecto al problema. Previo al desarrollo de la propuesta se desplegaron un grupo de entrevistas, con el objetivo de conocer cómo en la actualidad se lleva a cabo el proceso de pruebas en el CEDIN. Se entrevistaron alrededor de 20 especialistas con conocimiento en el tema, dando como resultado, que coincidieran las opiniones en varias ocasiones acerca de las fases de vida de cualquier proyecto desarrollado en el centro. Además se demostró que se tiene conocimiento de las características principales del modelo CMMI por el cual se rige la UCI, pero que existen personas que aún no tienen claro los beneficios que brinda el mismo en cuanto a la capacidad de los procesos. Por último las entrevistas permitieron evidenciar la necesidad que tiene el centro de estandarizar el proceso de pruebas, garantizando así que una vez liberado el producto probado y listo para entregar al Centro de Calidad para Soluciones Informáticas (Calisoft) se encontrarán menos errores. Ver **Anexo 1**.

## 1.2. Conceptos Principales.

### 1.2.1. Calidad.

El término "Calidad" puede adquirir múltiples interpretaciones, pues para unos la Calidad reside en un producto y para otros en el servicio postventa de este producto, ya que todo dependerá del nivel de satisfacción o conformidad del cliente. Por lo que aún en la actualidad no existe una definición exacta, ni existirá de ¿qué es calidad? Sin embargo, la calidad es el resultado de un esfuerzo arduo, se trabaja de forma eficaz para poder satisfacer el deseo del consumidor. Dependiendo de la forma en que un producto o servicio sea aceptado o rechazado por los clientes, se podrá decir si éste es bueno o malo. Aunque últimamente este término se haya puesto de moda, los investigadores durante años han dado diversas definiciones, como por ejemplo:

- ✓ “Calidad es la habilidad de un conjunto de características inherentes de un producto, componente de un producto o proceso, para satisfacer los requerimientos de los clientes”. (1)
- ✓ “Conformidad con requisitos y confiabilidad en el funcionamiento”. (2)
- ✓ "Es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que se refieren a su capacidad para satisfacer necesidades dadas en la adecuación de sus objetivos. (3)
- ✓ “Calidad es cumplimiento de requisitos”. (4)

En general, la calidad es aquello que dice que el producto o servicio que se adquiere satisface sobradamente las expectativas de un cliente o usuario, es decir, que funcione tal y cómo se espera.

### 1.2.2. Calidad de Software.

En la actualidad la calidad dentro de la industria del software es un aspecto muy importante, debido a que la garantía de la misma permite a los productores de software reducir los recursos invertidos en los proyectos y satisfacer las necesidades de los clientes. Por estas razones los expertos han definido calidad de software así:

- ✓ “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. (5)
- ✓ Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente. (6)
- ✓ El conjunto de características de una entidad que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas y las implícitas. (7)
- ✓ “Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario”. (8)
- ✓ Boehm plantea que para que haya calidad, debe tener las siguientes características: “Fiabilidad, portabilidad, eficiencia, ingeniería humana, facilidad de prueba y mantenibilidad”. (9)

A los efectos de este trabajo se asume para esta investigación la definición dada por la autora de calidad del software como el desarrollo de software basado en estándares con la funcionalidad y rendimiento total que satisfacen los requerimientos del cliente. Parte fundamental para que esto se logre es el desarrollo de pruebas donde se detecten defectos, los cuales a medida que sean corregidos tributan a una mejor calidad en el software, además del apoyo que brinda en las inspecciones y revisiones haciéndolas frecuentemente durante todo el ciclo de vida del mismo.

### **1.2.3. Pruebas de Software.**

Las pruebas de software son la actividad más común de control de calidad realizada en los proyectos de desarrollo o mantenimiento de aplicaciones y sistemas. El éxito de una prueba está dado por la cantidad de errores que le sean detectados al software. Son además un conjunto de herramientas, técnicas y métodos que hacen que el desempeño de un programa sea excelente, así como también la mejor

publicidad que una empresa dedicada a la producción de software pueda tener. Las mismas se entienden como la ejecución de un programa con la intención de descubrir un error o una técnica experimental para la búsqueda de errores en los programas.

Su principal objetivo es evaluar o valorar la calidad del producto a través de:

- Buscar y documentar errores.
- Validar el cumplimiento de los requerimientos.
- Validar el desempeño.
- Dar una indicación de calidad.

Generalmente las pruebas son una actividad en la cual un sistema o uno de sus componentes se ejecuta en circunstancias previamente especificadas, los resultados se observan, registran y se realiza una evaluación de algún aspecto, es decir, es el proceso de ejecutar un programa con el fin de encontrar errores.

Las pruebas son una tarea tanto o más creativa que el desarrollo de software. Siempre se han considerado como una actividad destructiva y rutinaria. Aunque se hace interesante planificar y diseñar las pruebas para poder detectar el máximo número y variedad de defectos con el mínimo consumo de tiempo y esfuerzo. Por lo que hasta el momento se ha visto que las pruebas son una parte imprescindible de los procesos de validación y verificación. Estas actividades son claves para que dichos procesos tengan éxito, ya que ayudan a entregar el producto con la calidad adecuada para satisfacer las necesidades del cliente y con la certeza de que el producto cumple las especificaciones definidas. Este objetivo conduce a las pruebas de validación, en las que se espera que el sistema funcione correctamente usando un conjunto determinado de casos de prueba que reflejan el uso esperado de dicho sistema.

Un caso de prueba es un conjunto de entradas, condiciones de ejecución y resultados esperados, desarrollado para conseguir un objetivo particular o condición de prueba como, por ejemplo, verificar el cumplimiento de un requisito específico. Para llevar a cabo un caso de prueba es necesario definir las precondiciones y post-condiciones, incluyendo valores de entrada válidos y esperados como no válidos e

inesperados, además de conocer el comportamiento que debería tener el sistema ante dichos valores. Tras realizar ese análisis e introducir dichos datos en el sistema, se observará si su comportamiento es el previsto o no y por qué. De esta forma se determinará si el sistema ha pasado o no la prueba. De ahí su importancia durante la ejecución. (10)

Por lo tanto las pruebas, tienen que basarse en un subconjunto de posibles casos de prueba y además considerarse como un *proceso* que intenta proporcionar confianza en el software y cuyo objetivo fundamental es demostrar al desarrollador y al cliente que el software satisface sus requisitos.

### 1.2.4. Mejora de Procesos.

Un proceso es cualquiera de las secuencias repetitivas de actividades que ocurren normalmente en una organización o bien consiste en una secuencia de pasos realizados con un propósito específico. El mismo incluye generalmente herramientas, métodos, materiales y personas que en conjunto permiten obtener un resultado.

Los procesos tienen dos características esenciales, estas son:

1. Variabilidad del proceso: lo cual se refiere a que cada vez que se repite el proceso hay ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas que a su vez generan variabilidad en los resultados del mismo.
2. Repetitividad del proceso como clave para su mejora: Los procesos se crean para producir un resultado y repetir ese resultado. Esta característica de repetitividad permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo.

Cada vez más se requiere que el desarrollo y evolución de software logre productos de mayor calidad y en menor tiempo respondiendo a los requerimientos crecientes en ambientes tecnológicos cambiantes, con procesos bien definidos, predecibles y en condiciones de ser permanentemente mejorados. Por estas razones, muchas organizaciones han decidido invertir en mejorar sus procesos de desarrollo y evolución de software, obteniendo como resultado un excelente retorno al lograr mayor calidad en sus productos y disminuir sus tiempos y costos de desarrollo.

La mejora de proceso significa optimizar la efectividad y la eficiencia mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de futuros clientes. Es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales. Se puede definir también como el esfuerzo planificado que busca mejorar los procesos para obtener productos de alta calidad. (11)

Para mejorar un proceso hay que aplicar el ciclo de mejora PDCA (Plan, Do, Check, Act):

- Planificar: los objetivos de mejora para el mismo y la manera en que se van a alcanzar.
- Ejecutar: las actividades planificadas para la mejora del proceso.
- Comprobar: la efectividad de las actividades de mejora.
- Actualizar: la “nueva forma de hacer ocurrir el proceso” con las mejoras que hayan demostrado su efectividad.

En los últimos años las empresas desarrolladoras de software se han dado a la tarea de producir software confiable, cumpliendo con el tiempo y presupuesto establecido desde un inicio con el cliente. Para lograr el éxito, usan modelos y estándares de calidad, ya que permiten a las compañías productoras de software conseguir niveles aceptables de calidad y eficiencia.

### **1.2.5. Modelos y Estándares de Calidad.**

Los Modelos y/o Estándares tienen gran importancia ya que permiten que las empresas de software realicen sus tareas y funciones teniendo en cuenta la calidad.

- ✓ Los Modelos de Calidad son aquellos documentos que integran la mayor parte de las mejores prácticas, proponen temas de administración en los que cada organización debe hacer énfasis, integran diferentes prácticas dirigidas a los procesos clave y permiten medir los avances en calidad. (12)
- ✓ Los Estándares de Calidad son aquellos que permiten definir un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software. Los estándares suministran los medios para que todos los procesos se realicen de la misma forma y son una guía para lograr la productividad y la calidad. (12)

Entre los diferentes modelos y estándares de madurez para pruebas de software, se tiene:

- CMMI-DEV 1.2: Publicado en el 2006, como reemplazo de la versión 1.1, es un modelo cuya finalidad es ayudar a las organizaciones a la mejora de la capacidad y madurez de sus procesos tanto para el desarrollo y mantenimiento de sus productos y servicios, mediante la colección de mejores prácticas. (1)
- TMMi<sup>2</sup>: es un marco de referencia desarrollado por la fundación TMMi, como guía para el mejoramiento de procesos de pruebas. Está estructurado de forma detallada para la mejora de procesos de pruebas y alineado como complemento al modelo CMMI. Publicado en el 2008, sólo incluye hasta el nivel 3. (13)
- TESTPAI<sup>3</sup>: se define como un área de proceso de prueba que se integra al CMMI. Es un marco de referencia para la mejora de procesos de prueba que puede aplicarse de forma simultánea e independiente de los otros procesos de mejora que se desarrollan dentro de una organización. Está definido en el nivel 3 referente a los procesos de ingeniería. (14)
- ISO/IEC 29119 Software Testing: Publicado el borrador en el 2008, incluye los procesos de prueba de software, documentación y técnicas. Este estándar tiene como característica que puede ser aplicado de forma independiente por diferentes organizaciones y/o proyecto. El estándar reemplazará a los estándares IEEE 829 Test Documentation, IEEE 1008 Unit Testing, BS 7925-1 Vocabulary of Terms in Software Testing y al BS 7925-2 Software Component Testing Standard. (15)

Estos modelos y estándares están enmarcados en la mejora de la capacidad y madurez de los procesos o buenas prácticas. Luego de realizar un estudio de los modelos y estándares de madurez para pruebas se decidió tomar el modelo CMMI-DEV v1.2 como modelo de referencia, por su planteamiento organizado para mejorar los procesos de una organización. Además de que permite definir de forma clara los

---

<sup>2</sup> TMMi: Modelo de Madurez Integrado de Prueba.

<sup>3</sup> TESTPAI: área de proceso de Pruebas integrado con CMMI.

objetivos y preferencias de mejoras, utilizando guías que inducen el establecimiento de procesos de calidad y proporcionando un entorno propicio para desarrollar evaluaciones. (16) (17)

### **1.3. Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades.**

El Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades (CMMI) es un marco de referencia que las organizaciones pueden emplear para mejorar sus procesos de desarrollo, adquisición, mantenimiento de productos y servicios. Nacido en el 2001 en el Instituto de Ingeniería del Software (SEI), fundado por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos y la Universidad Carnegie Mellon, CMMI es la nueva generación de una línea de modelos de madurez que se inició a principios de los noventa con el famoso CMM-SW (Capability Maturity Model for Software Engineering). El modelo CMMI integra:

- ✓ CMM-SW: representación escalonada.
- ✓ SE-CMM: representación continua.
- ✓ IPD-CMM: modelo mixto.

Desde entonces estos tres modelos ya no evolucionan de forma separada. Ellos proponen un conjunto de prácticas que las organizaciones pueden adoptar para implantar procesos productivos más efectivos. Además el modelo CMMI es para medir /evaluar la madurez y capacidades de la organización enfocado a la mejora continua de los procesos; provee una forma de integrar los elementos funcionales de una organización.

CMMI tiene dos utilidades. Puede servir tanto como guía para la mejora en una organización, o como criterio para evaluar su nivel; también válida para guiar las actividades de mejora y para evaluar a las organizaciones: la capacidad de los procesos. (1)

#### **1.3.1. Estructura.**

El modelo emplea dos representaciones diferentes la continua y la escalonada o por etapas; con el objetivo de aproximarse a la mejora de procesos y a la evaluación de la organización. Ambas representaciones son equivalentes, incluyen el mismo contenido y consiguen idénticos objetivos.

- ✓ La representación continua: centra la atención en la CAPACIDAD DE LOS PROCESOS.
- ✓ La representación escalonada: centra la atención en la MADUREZ DE LA ORGANIZACIÓN.

### **Representación Continua**

Está basada en la mejora de una o varias áreas de proceso que son de interés para la empresa, por lo tanto puede ser certificada para un área de proceso en cierto nivel de capacidad. Esta representación cuenta con los 6 niveles de capacidad por donde transitan los procesos asociados a un área de proceso. A continuación se mencionan dichos niveles cada uno construido sobre el nivel anterior. Ver **Anexo 2 (Tabla 13)**.

0. Incompleto.
1. Realizado.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. En optimización.

### **Representación escalonada o por etapas**

Tiene un método de mejoramiento de procesos, que implica mejorar por etapas o niveles. Para lograr alcanzar un nivel, la organización se debe asegurar de contar con una infraestructura robusta en términos de procesos para optar a alcanzar el nivel siguiente. Esta representación define a la organización mediante los 5 niveles de madurez establecidos en el modelo. Ver **Anexo 3 (Tabla 14)**.

1. Inicial.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. En optimización.

Cada nivel de madurez está compuesto por áreas de procesos en donde los objetivos asociados a ese nivel deben ser cumplidos para que la organización pueda certificarse en cada nivel de madurez.

### 1.3.2. Países que han optado por el modelo CMMI.

El 22 de Julio de 2010 existían 3,060 certificaciones activas proporcionadas por el SEI muchas de éstas compartidas por varios países, debido a que alguna parte del proyecto, área o empresa certificados se lleva de manera descentralizada. Por ejemplo, la compañía EADS (European Aeronautic Defense and Space Company) es un conglomerado Europeo que certificó su división de Sistemas de Comunicaciones de Defensa (Defense and Communications Systems – DCS) en el segundo nivel de CMMI el 10 de Junio de 2009. Esta certificación es compartida por Alemania, Francia, Reino Unido y Finlandia, debido a que ciertas áreas de investigación y desarrollo de la división se encuentran repartidos entre estos cuatro países. Así entonces, existen 3,135 certificaciones otorgadas a 72 países del mundo. El top 10 de certificaciones a nivel mundial, no es de extrañarse, se lo llevan algunas de las economías más grandes del planeta: (18)

Tabla 1. Países que tienen certificado algún nivel de CMMI.

Países	Certificaciones
China	1,048
Estados Unidos	680
India	294
España	131
Brasil	98
Japón	87
Corea del Sur	71
Francia	70
México	70
Taiwán	67

Resto del Mundo	519
-----------------	-----

En el caso de México existen cinco certificaciones CMMI Nivel 5, lo que deja al país por encima de casi todas las demás naciones con este nivel de madurez, con la excepción de la India (63), los Estados Unidos (40) y China (20). Luego de haber comparado algunos de los países que han optado por CMMI, vale destacar entonces que sirve no sólo como plataforma para promocionarnos ante un mercado global; el hecho de que las compañías e instituciones de tecnología más importantes del mundo como la NASA, Siemens, T-Systems, Samsung o Accenture tengan una certificación de este tipo implican que sí se pueden utilizar como modelo de mejora de procesos para desarrollar productos y servicios con altos estándares de calidad.

En el caso de Cuba la primera empresa en certificarse es la UCI, con tres de sus centros productivos con nivel 2, siendo la proyección generalizarlos en toda la universidad y tal vez brindar asesoría a otras empresas interesadas. Además de comenzar a trabajar en los procesos del nivel 3, como es el caso de las áreas de proceso de verificación y validación, las cuales no están contempladas en el nivel 2, sin embargo son de vital importancia en el desarrollo de software.

### 1.3.3. Áreas de Procesos de CMMI.

Las áreas de proceso son un grupo de prácticas que se realizan colectivamente con el fin de alcanzar determinadas metas o bien son un conjunto de prácticas relacionadas en un área que, al realizarse, satisfacen un conjunto de metas que se consideran importantes para lograr mejoras significativas en el área. (19)

CMMI tiene identificada 22 áreas de procesos. Cada una de ellas es implementada para alcanzar el nivel de madurez correspondiente y se agrupan de acuerdo a cuatro categorías según su finalidad. Este agrupamiento es realizado para mostrar cómo se relaciona cada área de proceso dentro de una categoría.

A continuación se describen estas cuatro categorías y se muestra las áreas de proceso de CMMI.

- ✓ **Gestión de procesos:** Contiene áreas de proceso relacionadas con definir, planear, desplegar, implementar, monitorear, controlar, evaluar, medir y mejorar procesos.
- ✓ **Gestión de proyectos:** Contiene áreas de proceso relacionadas con planeación, monitoreo y control de proyectos.
- ✓ **Soporte:** Contiene áreas de proceso relacionadas con actividades que apoyan el desarrollo y mantenimiento del producto, y que están dirigidas a los procesos que son usados en el contexto del desarrollo de procesos pertenecientes a otras áreas.

**Ingeniería:** Cubre actividades relacionadas al desarrollo y mantenimiento que son compartidas por toda la organización. Cualquier disciplina técnica involucrada en desarrollo de productos o servicios puede ocupar esta categoría para enfocar el proceso de mejora.

En el **Anexo 4** se hace una descripción de cada área de proceso nombrada en la siguiente tabla:

Tabla 2. Áreas de procesos.

Categorías	Áreas de procesos	Niveles
<b>Gestión de procesos</b>	Definición de Procesos de la Organización (OPD)	3
	Formación organizativa (OT)	3
	Enfoque en procesos de la organización (OPF)	3
	Rendimiento del proceso de la organización (OPP)	4
<b>Gestión de proyecto</b>	Gestión cuantitativa de proyecto (QPM)	4
	Gestión de requerimientos (REQM)	2
	Gestión de configuración (CM)	2
	Gestión integrada del proyecto (IPM)	3
	Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	5
	Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	2
	Planificación de Proyecto (PP)	2
<b>Ingeniería</b>	Desarrollo de Requerimientos (RD)	3

	Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)	2
	Integración de Producto (PI)	3
	Solución Técnica (TS)	3
	Validación (VAL)	3
	Verificación (VER)	3
<b>Soporte</b>	Análisis causal y resolución (CAR)	5
	Gestión de riesgos (RSKM)	3
	Medición y Análisis (MA)	2
	Análisis de decisiones y resolución (DAR)	3
	Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	2

Luego de haber estudiado las áreas de proceso descritas hasta el momento, se hizo necesario investigar minuciosamente las áreas de verificación y validación, debido a que ambas tienen una estrecha relación en la práctica, por lo que en varias bibliografías de distintos estándares se habla hasta de un proceso macro llamado Verificación y Validación (V&V).

### 1.3.4. Procesos de Verificación y Validación (V&V) en el modelo CMMI.

La verificación y validación (V&V) es el nombre que se da a los procesos de comprobación y análisis que aseguran que el software que se desarrolla está acorde a su especificación y cumple las necesidades de los clientes. La V&V es un proceso de ciclo de vida completo. Inicia con las revisiones de los requerimientos y continúa con las revisiones del diseño y las inspecciones del código hasta la prueba del producto. Existen actividades de V&V en cada etapa del proceso de desarrollo del software. La verificación y la validación no son la misma cosa, aunque es muy fácil confundirlas, Boehm expresó la diferencia entre ellas de forma sucinta: (20)

- ✓ Verificación: ¿Estamos construyendo el producto correctamente?

El papel de la verificación comprende comprobar que el software está de acuerdo con su especificación.

- ✓ Validación: ¿Estamos construyendo el producto concreto?

La validación es un proceso más general. Se debe asegurar que el software cumple las expectativas del cliente. Va más allá de comprobar si el sistema está acorde con su especificación, para probar que el software hace lo que el usuario espera a diferencia de lo que se ha especificado. Es importante llevar a cabo la validación de los requerimientos del sistema de forma inicial. Es fácil cometer errores y omisiones durante la fase de análisis de requerimientos del sistema y en tales casos, el software final no cumplirá las expectativas de los clientes. Sin embargo, en la realidad, la validación de los requerimientos no puede descubrir todos los problemas que presenta la aplicación.

El significado de estos dos términos genera confusiones habitualmente. El criterio básico que los diferencia es que verificación se refiere a la calidad formal, en este caso de los documentos de requisitos (no son ambiguos, no son incompletos, son posibles, verificables, etc.) y validación comprende la adecuación en el entorno de producción, en el caso de la documentación de requisitos, la conformidad por parte del cliente de que reflejan lo que él quiere.

Dentro del proceso de Verificación y Validación se utilizan dos técnicas de comprobación y análisis de sistemas:

1. **Las inspecciones del software** analizan y comprueban las representaciones del sistema como el documento de requerimientos, los diagramas de diseño y el código fuente del programa. Se aplica a todas las etapas del proceso de desarrollo. Las inspecciones se complementan con algún tipo de análisis automático del texto fuente o de los documentos asociados. Las inspecciones del software y los análisis automatizados son técnicas de verificación y validación estáticas puesto que no requieren que el sistema se ejecute.
2. **Las pruebas del software** consiste en contrastar las respuestas de una implementación del software a series de datos de prueba y examinar las respuestas del software y su comportamiento operacional, para comprobar que se desempeñe conforme a lo requerido.

En general, los procesos V&V son costosos y para algunos sistemas, tales como los de tiempo real con complejas restricciones no funcionales, más de la mitad del presupuesto para el desarrollo del sistema puede invertirse en ambos procesos. Es necesario que haya una planificación cuidadosa para obtener el máximo provecho de las inspecciones y pruebas, y controlar los costes de los procesos de validación y

verificación. Dicha planificación debería comenzar en etapas tempranas del proceso de desarrollo, con la ayuda de los estándares y modelos de ciclo de vida existentes.

### **1.3.5. Estándares de referencia para el proceso V&V.**

Aunque anteriormente se da una visión de la validación y verificación en el modelo CMMI, existen otros estándares relacionados con los procesos V&V, entre ellos:

El estándar IEEE 1012 proporciona una guía detallada para llevar a cabo las tareas de validación y verificación del software describiéndolo de la siguiente manera:

- Validación: confirmación mediante examen y evidencias objetivas de que los requisitos particulares para un uso específico propuesto son alcanzados.
- Verificación: confirmación mediante examen y evidencias objetivas de que los requisitos específicos han sido alcanzados.

El estándar IEEE 829 proporciona una base estándar para la documentación del proceso de pruebas, permitiendo plasmar todos los aspectos clave de las pruebas. El estándar propone los siguientes documentos relacionados con las pruebas:

- Plan de pruebas.
- Especificaciones de diseño de pruebas.
- Especificación de casos de pruebas.
- Especificación de procedimientos de pruebas.
- Informe de transferencia de elementos de pruebas.
- Registro de pruebas
- Informe de incidencias de pruebas.
- Informe de resumen de pruebas.

El estándar especifica que no todos estos documentos son necesarios. La documentación de pruebas a generar depende del tamaño del proyecto, del grado de formalidad requerido por el proyecto o de la naturaleza de las actividades de pruebas.

Este estándar ofrece una aproximación o enfoque modular de la documentación de pruebas que en un principio puede parecer complejo, pero los resultados evidencian que es flexible y efectivo.

### **Conclusiones parciales.**

En el capítulo se han abordado los elementos teóricos sobre los cuales se sustentará la investigación de la propuesta de la aplicación del área de proceso de Validación del nivel 3 de madurez de CMMI. Se definen los conceptos generales de calidad de software, pruebas de software, áreas de procesos de CMMI, entre otros. De la investigación realizada se puede concluir que no existe una vía única para enfrentar esta tarea en la industria de software, su aplicación está condicionada por diversos factores que van desde las capacidades de los recursos humanos hasta los recursos económicos disponibles.

Por lo que es importante concluir que una vez iniciado el modelo CMMI es imprescindible darle continuidad debido a que permite tener un alto grado de experiencia y madurez que es el objetivo final de CMMI. Aplicar el área validación de CMMI en el centro tiene como beneficio demostrar que el producto, según lo previsto, cumplirá con el uso previsto y que las actividades de validación se pueden aplicar a todos los aspectos del producto en cualquiera de sus lugares adecuados, tales como la operación, la formación, la fabricación, mantenimiento y servicios de apoyo, permitiéndole a la institución tener un mayor prestigio a nivel internacional.

### **CAPÍTULO 2: PROPUESTA DEL PROCESO**

#### **Introducción.**

En este capítulo se llevará a cabo la propuesta del área de proceso Validación del nivel 3 de madurez de CMMI; en el cual se describen los objetivos fundamentales, las políticas por las que se regirá, los roles y responsabilidades, la relación con otras áreas de proceso del modelo y los artefactos que se generan en la misma. Además se realiza una descripción gráfica y textual del proceso, el cual se dividirá en 3 subprocesos fundamentales.

#### **2.1. Validación según CMMI.**

##### **2.1.1. ¿Por qué desarrollar el área de proceso Validación del nivel 3 de CMMI?**

En la UCI un grupo de profesionales altamente calificados, se han dado la tarea de implantar como modelo de mejoras de proceso a nivel de universidad el modelo CMMI. El CEDIN, el cual es uno de los centros que ya logró alcanzar la certificación del nivel 2 de CMMI; ha decidido ir avanzando con otras áreas de proceso, tomando en cuenta la experiencia que se tiene en la definición de los procesos del nivel 2. Para este se solicitó personal de los centros para que explicaran cómo desarrollaban cada uno esos procesos hasta ese momento y sobre esa base en conjunto con las capacitaciones dadas por los consultores del SIE Center de Monterrey, entonces conformar las áreas de proceso para la universidad. Siendo esto otras de las razones por las que se decidió investigar el área de proceso de VAL, ya que en caso que se decidiera definir el nivel 3 de igual modo, pues el centro tendría una propuesta que presentar. Además de que una vez culminada la investigación se comenzaría a aplicar, puesto que el proceso de pruebas actual no entra dentro de las áreas del nivel 2.

##### **2.1.2. Metas y Prácticas Específicas del área de proceso de VAL.**

A continuación se muestra la relación entre las metas específicas (SG) y prácticas específicas (SP) de esta área de proceso y sus respectivas descripciones:

Tabla 3. Metas y Prácticas Específicas de VAL

Metas Específicas	Prácticas Específicas
<b>SG 1 Preparar la validación.</b>	SP 1.1 Seleccionar los productos a validar.  SP 1.2 Establecer el entorno de validación.  SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de validación.
<b>SG 2 Validar el producto o los componentes de producto.</b>	SP 2.1 Realizar la validación.  SP 2.2 Analizar los resultados de la validación.

Descripciones de las metas y prácticas específicas del proceso VAL. (1)

### **SG 1 Preparar la validación.**

Para llevar a cabo la preparación de la validación se realizan distintas actividades como son:

- La selección de los productos y componentes de los productos a validar.
- Establecer y mantener el entorno, los procedimientos y los criterios de validación.

Los elementos seleccionados para la validación solo pueden incluir el producto o los componentes que permiten construir el producto. En cuanto al entorno de validación este puede comprarse o puede especificarse, diseñarse y construirse. El entorno usado para la integración y la verificación del producto puede considerarse en colaboración con el entorno de validación para reducir costes y mejorar la eficiencia o la productividad.

### **SP 1.1 Seleccionar los productos a validar.**

Permite la identificación de los componentes del producto o del producto que deberá ser validado y los métodos que se utilizan para realizar la validación.

### **Sub prácticas:**

- Identificar los principios, características y fases clave para la validación del producto o del componente de producto durante toda la vida del proyecto.
- Determinar qué categorías de las necesidades del usuario (operacional, mantenimiento, formación o soporte) serán validadas.
- Seleccionar el producto y componentes de producto a validar.
- Seleccionar los métodos de evaluación para la validación del producto o del componente de producto.
- Revisar la selección, las restricciones y los métodos de validación con las partes interesadas relevantes.

### **SP 1.2** Establecer el entorno de validación.

Permite la determinación del medio ambiente que se utilizarán para llevar a cabo la validación.

#### **Sub prácticas:**

- Identificar los requisitos de validación del medio ambiente.
- Identificar los productos suministrados por el cliente.
- Identificar los elementos de reutilización.
- Identificar los equipos de prueba y herramientas.
- Identificar los recursos de validación que están disponibles para su reutilización y modificación.
- Plan de la disponibilidad de recursos en detalle.

### **SP 1.3** Establecer procedimientos de validación y Criterios.

Permite el desarrollo de procedimientos de validación y criterios que están alineados con las características de los productos seleccionados, restricciones sobre la validación, los métodos, y el entorno de validación.

### **Sub prácticas:**

- Revisar los requerimientos del producto para asegurar que se identifican y se resuelven los problemas que afectan a la validación del producto o del componente de producto.
- Documentar el entorno, escenario operacional, procedimientos, entradas, salidas y criterios para la validación del producto o del componente de producto seleccionado.
- Evaluar el diseño a medida que madura en el contexto del entorno de validación, para identificar problemas de validación.

### **SG 2** Validar el producto o los componentes de producto.

Los métodos, procedimientos y criterios de validación se usan para validar los productos y los componentes de productos seleccionados, y cualquier servicio asociado de mantenimiento, formación y soporte usando el entorno de validación apropiado. Las actividades de validación se realizan durante todo el ciclo de vida del producto.

#### **SP 2.1** Realizar la validación.

Para que sea aceptable para los usuarios, un producto o componente de producto debe funcionar como se espera en su entorno operacional previsto.

Se realizan las actividades de validación y se recogen los datos resultantes de acuerdo a los métodos, procedimientos y criterios establecidos.

Los procedimientos de validación, tal como se ejecutaron, deberían documentarse, y las desviaciones que ocurren durante la ejecución deberían ser anotadas, según sea apropiado.

### **SP 2.2** Analizar los resultados de validación.

Los datos resultantes de las pruebas de validación, inspecciones, demostraciones o evaluaciones de validación, se analizan frente a los criterios de validación definidos. Los informes de análisis indican si se cumplieron las necesidades; en el caso de deficiencias, estos informes documentan el grado de éxito o fallo y categorizan las causas probables de fallo. Los resultados recogidos de las pruebas, inspecciones o revisiones se comparan con los criterios de evaluación establecidos para determinar si se continúa o si se tratan los problemas de requerimientos o de diseño en los procesos de desarrollo de requerimientos o de solución técnica.

#### **Sub prácticas:**

- Comparar los resultados reales con los resultados esperados.
- En base a los criterios de validación establecidos, identificar los productos y los componentes de producto que no funcionan adecuadamente en sus entornos operacionales previstos, o identificar los problemas con los métodos, con los criterios y/o con el entorno.
- Analizar los datos de validación en cuanto a defectos.
- Registrar los resultados del análisis e identificar los problemas.
- Usar los resultados de la validación para comparar las mediciones y el rendimiento reales para el uso previsto o la necesidad operacional.

#### **2.1.3. Metas y Prácticas Genéricas del área de proceso de VAL.**

Para el desarrollo del proceso VAL se cumplirá con las metas genéricas (GG) y prácticas genéricas (GP) del nivel 1 y el nivel 2, quedando establecido este último en el centro desde el curso pasado debido a que existía la base para el nivel 2 de CMMI en la UCI.

**GG 1** Lograr las metas específicas.

**GP 1.1** Realizar las prácticas.

### **GG 2** Institucionalizar un proceso gestionado.

**GP 2.1** Establecer una política de la organización.

**GP 2.2** Planificar el proceso.

**GP 2.3** Proporcionar recursos.

**GP 2.4** Asignar responsabilidades.

**GP 2.5** Formar al personal.

**GP 2.6** Gestionar configuraciones.

**GP 2.7** Identificar e involucrar a las partes interesadas relevantes.

**GP 2.8** Monitorizar y controlar el proceso.

**GP 2.9** Evaluar objetivamente la adherencia.

**GP 2.10** Revisar el estado con el nivel directivo.

### **GG 3** Institucionalizar un proceso definido.

**GP 3.1** Establecer un proceso definido.

**GP 3.2** Recoger información de mejora.

### **GG 4** Institucionalizar un proceso gestionado cuantitativamente.

**GP 4.1** Establecer objetivos cuantitativos para el proceso.

**GP 4.2** Estabilizar el rendimiento del subprocesos.

### **GG 5** Institucionalizar un proceso en optimización.

**GP 5.1** Asegurar la mejora continua del proceso.

**GP 5.2** Corregir las causas raíz de los problemas

## **2.2. Definición del área de proceso Validación.**

El área de proceso de Validación valida de manera incremental los productos frente a las necesidades del cliente. El propósito de Validación (VAL) es demostrar que un producto o componente de producto se ajusta a su uso previsto cuando se sitúa en su entorno previsto, el cual puede realizarse en el entorno operacional o en un entorno operacional simulado. La coordinación con el cliente sobre los requerimientos de validación es un elemento importante de esta área de proceso.



**Fig. 1. Propósito del área de proceso Validación.**

El alcance del área de proceso de Validación incluye la validación de productos, de componentes de producto, de productos de trabajo intermedios seleccionados y de procesos. Estos elementos validados pueden requerir con frecuencia volver a ser verificados y validados. Los problemas descubiertos durante la validación se resuelven en el área de proceso de Desarrollo de Requerimientos, Solución Técnica o Monitorización y Control de proyecto. (1)

### 2.2.1. Relación del área de proceso VAL con otras áreas de proceso.

El área de Validación se relaciona con las áreas de Desarrollo de Requerimientos, Solución técnica y Verificación, logrando que se complementen unas con otras. En la Tabla 5 se describen estas relaciones:

**Tabla 4. Áreas de procesos relacionadas con VAL.**

Área de Proceso de Validación (VAL)	
<b>Desarrollo de requerimientos (RD)</b>	Se validan los requerimientos.
<b>Solución técnica (TS)</b>	Se transforman los requerimientos en especificaciones de producto, cuando se realizan acciones correctivas al identificar problemas de validación que afectan el diseño del producto o del componente de producto.

<b>Verificación (VER)</b>	Se verifica que el producto o el componente de producto cumplen sus requerimientos.
---------------------------	---

### 2.3. Adaptación del área de proceso VAL para el CEDIN.

Llevar lo que propone CMMI en cuanto a la validación de productos, al centro de desarrollo y a la dinámica de trabajo del Departamento de Integración y Despliegue exigió que se creara un proceso Validación que contemplara 3 subprocesos y que cumpliera con los objetivos del área:

- ✓ Seleccionar producto.
- ✓ 2. Establecer ambiente de validación.
- ✓ 3. Validar producto.

#### 2.3.1. Diagrama de interacción de los subprocesos.

Los 3 subprocesos se ejecutan secuencialmente siendo necesario haber terminado con uno para empezar el otro, es decir, de los artefactos que genera el anterior se nutre el siguiente para poder cumplir con sus metas. Concluir los 3 subprocesos satisfactoriamente implica realizar el proceso de validación de manera exitosa y cumplir con los objetivos del área VAL que propone CMMI.



Fig. 2. Interacción de subprocesos.

A continuación se enuncian los subprocesos principales:

Subproceso 1. “Seleccionar producto”.

En este subproceso se preparan los componentes de producto o el producto que pasará por el área de proceso de validación según las necesidades del cliente coincidiendo con la práctica específica 1.1 Seleccionar los productos a validar. A continuación se muestran los artefactos que se generan en este subproceso.

1. Plantilla de solicitud de servicio de pruebas del CEDIN.
2. Plan de Pruebas.

Este subproceso tiene como salida el Plan de Pruebas actualizado con el producto o componentes del producto seleccionado para validar.

### Subproceso 2. “Establecer ambiente de validación”.

En este subproceso se prepara el entorno de validación, es decir, se toma del Plan de Pruebas actualizado en el subproceso anterior el producto o componentes de un producto para entonces realizar los diseños de caso de prueba en correspondencia con estos. Además se define los procedimientos y criterios que sirven de guía para completar el ambiente necesario para la validación. Para esto se manejan las sugerencias que proponen las prácticas específicas 1.2 Establecer el entorno de Validación y 1.3 Establecer los Procedimientos y Criterios de Validación. A continuación se muestran los artefactos que se generan durante este subproceso.

1. Procedimientos y criterios de validación.
2. Diseño de casos de prueba:
  - Plantilla Diseño de Casos de Prueba basado en Casos de Uso.
  - Plantilla Diseño de Casos de Pruebas basado en Requisitos.

Una vez terminado este subproceso se cuenta con las condiciones necesarias para probar el producto o componentes de un producto junto al cliente u otros involucrados en proceso.

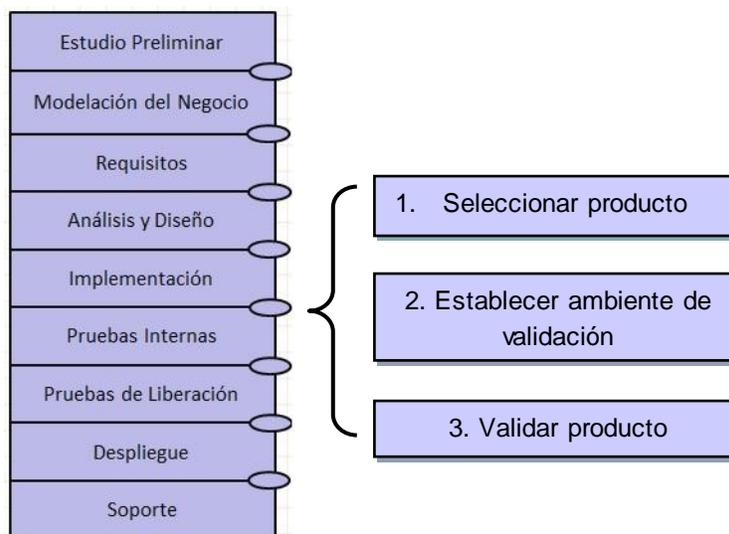
### Subproceso 3. “Validar producto”.

En este subproceso se realizan las actividades de validación y se recogen los datos resultantes; gestionando así todas las no conformidades que se encuentren durante las 3 iteraciones de pruebas que se realizan. Para esto se apoyan de las sugerencias que proponen las prácticas específicas 2.1 Realizar la Validación y 2.2 Analizar los Resultados de la Validación. A continuación se muestran los artefactos que se generan al concluir este subproceso.

1. Informe de validación.
2. Informe de pruebas.
3. Acta de entrega de servicio de pruebas del CEDIN.

Una vez culminado este último subproceso se tiene un proceso de Validación para el centro, donde el producto resultante estará listo para pasar a las Pruebas de Liberación.

### 2.3.2. Diagrama de relación de los subprocesos con el ciclo de vida de los proyectos.



**Fig. 3. Relación del proceso con el ciclo de vida de los proyectos.**

La validación del producto es un proceso que se ejecuta entre dos etapas del ciclo de vida (Fig. 3) establecido para los proyectos de software del centro. Los 3 subprocesos creados se ejecutan de modo que se garantice a excepción del primero que la ejecución de cada subproceso sea la precondition para poder ejecutar el próximo.

### 2.3.3. Descripción gráfica del subproceso Seleccionar Producto.

1. Seleccionar producto	
<b>Crterios de entrada</b>	Solicitud de servicio de pruebas del CEDIN

Criterios de salida		Plan de Pruebas actualizado.		
Roles	Entrada	Control	Actividades	Salida
			<pre> graph TD     Inicio([Inicio]) --&gt; A[1. Solicitar pruebas internas]     A --&gt; B[2. Entregar documentación]     B --&gt; C[3. Planificación de la validación]     C --&gt; Fin([Fin])                     </pre>	
- Jefe del proyecto	- Solicitud de Servicio de Pruebas del CEDIN	Plantilla de Solicitud de Servicio de Pruebas del CEDIN		- Solicitud de Servicio de Pruebas del CEDIN. (creado)
-Jefe del proyecto - Diseñador de pruebas	-Especificaciones de los Casos de Uso o Funcionalidades -Plan de Pruebas	-Plantilla de Plan de pruebas		-Plan de Pruebas(creado)
-Diseñador de pruebas	-Especificaciones de los Casos de Uso o Funcionalidades	-Plantilla del Plan de Pruebas -Guía de Estrategias de pruebas. -Guía de Tipos de pruebas. -Guía de Niveles de pruebas.		- Plan de Pruebas (actualizado)

**2.3.4. Descripción textual del subproceso Seleccionar Producto.**

1. Seleccionar producto	
Criterios de entrada	Solicitud de servicio de pruebas del CEDIN

## Capítulo 2: Propuesta del proceso

Criterios de salida		Plan de Pruebas actualizado
N.	Descripción	Salida
1.	1.1. Solicitar el servicio de pruebas, específicamente pruebas de validación en cuanto el producto termina de ser implementado. (Jefe de proyecto)	- Solicitud de Servicio de Pruebas del CEDIN. (creado)
2.	2.1 Entregar al grupo de pruebas los documentos, Especificación de Requerimiento y Especificaciones de los Casos de Uso o. (Jefe de proyecto, Diseñador de pruebas).  2.2. Elaborar el plan de pruebas. (Jefe de proyecto, Diseñador de pruebas).	Plan de pruebas. (creado)
3.	3.1 Se identifica el método de validación, nivel de prueba, estrategia y tipos de pruebas a emplear en cada producto o componentes de un producto específico. (Diseñador de pruebas).  3.2 Se actualiza el Plan de pruebas indicando los requisitos a validar. (Diseñador de pruebas).	-Plan de Pruebas (actualizado)

### 2.3.5. Descripción gráfica del subproceso Establecer ambiente de Validación.

#### 2. Establecer ambiente de validación

Criterios de entrada		Plan de pruebas actualizado		
Criterios de salida		Ambiente de los productos de validación		
Roles	Entrada	Control	Actividades	Salida
	-Plan de pruebas.	-Plantilla de Solicitud de Servicio de Pruebas del		- Plan de Pruebas (actualizado)

		CEDIN		
-Diseñador de pruebas	-Plan de pruebas (actualizado)	-Plantilla del Plan de Pruebas -Plantilla de Diseño de Casos de Prueba	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">1. Preparar el entorno de validación</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">↓</div>	-Diseño de Casos de Prueba (creado)
-Diseñador de pruebas -Probador	-Procedimiento y Criterios de Validación	-Plantilla de Procedimiento y Criterios de Validación	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">2. Establecer procedimiento y criterios de validación</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">↓</div>	- Procedimiento y Criterios de Validación (creado)
			<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Fin</div>	

### 2.3.6. Descripción textual del subproceso Establecer ambiente de Validación.

2. Establecer ambiente de validación		
Criterios de entrada	Plan de pruebas actualizado	
Criterios de salida	Ambiente de los productos de validación	
N.	Descripción	Salida
1.	1.1 Identificar los requisitos del entorno de validación. (Diseñador de pruebas). 1.2 Diseñar los casos de prueba con los casos de prueba identificados. (Diseñador de pruebas). 1. Identificar los resultados esperados, a cualquier tolerancia permitida en la observación, y otros criterios para satisfacer los requerimientos.	- Diseño de Casos de Prueba (creado)
2.	2.1 Se establece el procedimiento de validación, según sea necesario. (Diseñador de pruebas, Probador). 2.2 Desarrollar y refinar los criterios de validación. (Diseñador de pruebas). 2.3 Identificar equipamiento y componentes ambientales necesarios para dar soporte a la validación. (Diseñador de pruebas).	- Procedimientos y Criterios de validación (creado)

2.3.7. Descripción gráfica del subproceso Validar Producto.

3. Validar los productos				
Criterios de entrada		Ambiente de los productos de validación.		
Criterios de salida		Validación de los productos.		
Roles	Entrada	Control	Actividades	Salida
	-Plan de pruebas -Diseño de Casos de Prueba	-Plantilla del Plan de Pruebas		- Procedimiento y Criterios de Validación (creado) -Diseño de Casos de Prueba (creado)
-Probador	- Procedimiento y Criterios de Validación -Diseño de Casos de Prueba	-Plantilla de Procedimiento y Criterios de Validación - Plantilla de Diseño de Casos de Prueba		- Informe de validación (creado) -Diseño de Casos de Prueba (actualizado)
-Probador	-Informe de Prueba			Informe de Prueba(creado)

## Capítulo 2: Propuesta del proceso

-Probador	-Informe de Prueba		[Si] 6. Abortar la Prueba	- Informe de Prueba(actualizado)
-Probador -Líder funcional de pruebas	-Informe de Prueba (actualizado) - Acta de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN		[No] 7. Registrar resultados	- Informe de Prueba (actualizado) - Acta de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN (creado)
			Fin	

### 2.3.8. Descripción textual del subproceso Validar Producto.

3. Validar los productos		
Criterios de entrada	Ambiente de los productos de validación	
Criterios de salida	Validación de los productos.	
N.	Descripción	Salida
1.	1.1 Probar el producto o componentes del producto a partir de los Diseños de Casos de Pruebas. (Probador) 1.2 Documentar el método de validación “tal como se ejecuta” y las desviaciones de los métodos y de los procedimientos disponibles descubiertas durante su realización. (Probador)	- Informe de la validación (creado) -Diseño de Casos de Prueba (actualizado)
2.	2.1. Si se detectan No Conformidades ir a la actividad 3. 2.2. Si no se detectan No Conformidades ir a la actividad 7.	
3.	3.1. Registrar las No Conformidades encontradas. (Probador)	- Informe de prueba. (creado)
4.	4.1. Si es la 3ra iteración de prueba ir a la actividad 5. 4.2. Si no es la 3ra iteración de prueba regresa a la actividad 1.	

5.	5.1. Si la No Conformidad es crítica ir a la actividad 6. 5.2. Si la No Conformidad no es crítica ir a la actividad 7.	
6.	6.1. Se aborta la prueba. (Probador)	- Informe de prueba. (actualizado)
7.	7.1 Registrar los resultados de las actividades de validación. (Probador) 7.2 Comparar los resultados reales con los resultados esperados. (Probador) 7.3 Entregar la Plantilla de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN, acompañada de los artefactos solicitados. (Líder Funcional de Pruebas)	- Informe de prueba. (actualizado) - Acta de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN (creado)

### 2.4. Productos de trabajo del área de proceso VAL.

Para poder ejecutar un proceso es necesario generar un grupo de artefactos también denominados productos de trabajo. Estos artefactos se producen a partir de un grupo de plantillas que se crean para estandarizar la información que se necesita recoger en cada paso de la ejecución de los subprocesos.

#### 2.4.1. Plantilla de Solicitud de Prueba del CEDIN.

Este artefacto da inicio al subproceso 1. Seleccionar producto definido para la Validación, en el cual se especifican datos del proyecto y del producto, posibles fechas de solicitud y de entrega, así como versión del producto y requisitos de software y de hardware para realizar las pruebas; dando comienzo al proceso de validación una vez terminada la etapa del implementación del ciclo de vida definido en el Programa de Mejoras. *Ir a \Proceso y Guías\VAL-Validación\Subproceso 1. Ver Anexo 5.*

#### 2.4.2. Plantilla del Plan de Pruebas.

Este documento describe el objetivo, alcance, enfoque, recursos y planificación de las actividades de prueba. El plan identifica, entre otros elementos de pruebas, características a probar, tareas de pruebas, además de quién realizará cada tarea, el entorno de pruebas, riesgos requeridos en el plan de contingencia, técnicas de diseño de pruebas o criterios de entrada y salida a utilizar. *Ir a Expediente de Proyecto del PM 3.3 Parte 2\2. Gestión de proyecto\2.1 planeación, monitoreo y control. Ver Anexo 6.*

### 2.4.3. Plantilla de Procedimiento y Criterios de Validación

En este artefacto se definen los pasos para la validación de los productos o componentes de un producto seleccionado, además de establecer los criterios en función de satisfacer las necesidades de los clientes, así como la identificación del equipamiento y componentes ambientales. *Ir a \Proceso y Guías\VAL-Validación\Subproceso 2. Ver **Anexo 7.***

### 2.4.4. Informe de la Validación

Con este artefacto se registran los resultados de las actividades de validación, como por ejemplo estrategia que se lleva a cabo para el desarrollo del producto, tipos de pruebas empleadas, herramientas, entre otras. Además se registran los elementos de acción resultantes y se documentan los métodos de validación “tal como se ejecutan”, también las desviaciones de los métodos y de los procedimientos disponibles descubiertos durante su realización. *Ir a \Proceso y Guías\VAL-Validación\Subproceso 3. Ver **Anexo 8.***

### 2.4.5. Informe del Informe de Pruebas

En el documento se recoge información del tipo objetivo y alcance de las pruebas, elementos probados, elementos no probados y causas, resultados obtenidos durante la realización de pruebas, evaluaciones de los elementos de pruebas respecto a sus correspondientes criterios de salida y resultado final de las pruebas; tomando como punto de partida el plan de pruebas, en este documento se reflejarán los resultados de la ejecución de los casos de prueba definidos, debiendo reflejarse las distintas ejecuciones realizadas sobre un caso de prueba, hasta la superación del mismo. Estos informes de pruebas son desarrollados por las personas que hayan realizado las pruebas (probador) terminando la tabla de no conformidades detectadas, donde se especifica si estas son críticas o no. *Ir a \Proceso y Guías\VAL-Validación\Subproceso 3. Ver **Anexo 9.***

### 2.4.6. Plantilla de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN.

La plantilla de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN es el documento donde se listan los artefactos liberados y entregados, luego de culminar el proceso de Validación. Ir a *VProceso y Guías\VAL-Validación\Subproceso 3*. Ver **Anexo 10**.

### 2.4.7. Documentos Generales del proceso.

Para el desarrollo del área de proceso se hizo necesaria la creación de documentos que sirvieran de guías para los involucrados con el área de proceso. Los mismos sirven de material útil para capacitar a los recursos humanos del centro que tienen que ver directa o indirectamente con el proceso de validación y verificación de un producto o componente del producto específico. Se establecieron 6 documentos generales, tomando como base los definidos el curso pasado en la propuesta entregada para aplicar el área de verificación, debido a que en la práctica estas 2 áreas de proceso se pretenden implementar de forma concurrente en el centro así como en muchas ocasiones una puede reutilizar de la otra, por tanto, solo fue necesario agregar en cada uno las particularidades de validación. Además dentro de esta carpeta se incluyeron 2 documentos más: el ciclo de vida de los proyectos y el libro del proceso de Validación. Siendo entonces estos:

- ✓ CEDIN-V&V: \_01\_Políticas.doc
- ✓ CEDIN-V&V: \_02\_Guía de Estrategias de Pruebas.doc
- ✓ CEDIN-V&V: \_03\_Guía de Niveles de Pruebas.doc.
- ✓ CEDIN-V&V: \_04\_Guía de Tipos de Pruebas.doc.
- ✓ CEDIN-V&V: \_05\_Roles y Responsabilidades.doc.
- ✓ CEDIN-V&V: \_06\_Guía de Técnicas y Herramientas de Pruebas.pdf.
- ✓ 0505\_Ciclo de vida de proyectos.doc
- ✓ Libro del proceso de Validación.doc

A continuación se explican cada uno de estos documentos.

#### Políticas

Existen dos tipos de políticas dentro de CMMI, están las políticas que son genéricas aplicables a todas las áreas de procesos, las llamadas Políticas para Institucionalizar Procesos Administrados, que tienen como objetivo regir los diferentes procesos y las políticas que son específicas para cada área. El objetivo de este documento es definir estas políticas como parte de los procesos Verificación y Validación. Ir a *Proceso y Guías\Documentos Generales del Proceso*.

### Guía de Estrategias de prueba

El objetivo del documento es definir todas las estrategias posibles a seguir por el CEDIN para desarrollar el área de proceso de Verificación y Validación, debido a que para corregir fallos en el sistema, se debe analizar el riesgo del negocio y, en función de dicho riesgo, tomar las decisiones para optimizar las pruebas; por lo que para conseguir esta optimización es necesario definir una buena estrategia de pruebas.

Existen diferentes estrategias de pruebas, que se elige en dependencia de su alineamiento con el objetivo de las pruebas y con los proyectos. Se pueden emplear una estrategia de modo dominante y emplear otras de complemento en caso de ser necesario. Ir a *Proceso y Guías\Documentos Generales del Proceso*.

Para especificar en el plan de prueba que estrategia se seleccionó se debe especificar el identificador (No.) y el número de la clasificación (No. Clasificación) separados por un punto (.) quedando entonces con la estructura (X.X). Ejemplo: La estrategia (1.2), sería entonces (Estrategia analítica. Estrategia basada en riesgos).A continuación se enuncian algunas de estas:

**Tabla 5. Estrategias de pruebas.**

No.	Tipos de estrategias	No. Clasificación	Clasificaciones
1.	Estrategia analítica	1	Estrategia orientada a objetos
		2	Estrategia basada en riesgos
2.	Estrategia basada en modelo	1	Estrategia basada en escenario
		2	Estrategia basada en el dominio

		3	Estrategia basada en un modelo
3.	Estrategia metódica	1	Estrategia basada en el aprendizaje
		2	Estrategia basada en funciones
		3	Estrategia basada en estados
		4	Estrategia basada en la calidad
4.	Proceso o estándar conformista	1	Estrategia de pruebas estandarizada
5.	Estrategia dinámica	1	Estrategia de pruebas intuitiva
		2	Estrategia de pruebas exploratoria
6.	Estrategia de pruebas filosófica	1	Estrategia de pruebas exhaustiva
		2	Estrategia de pruebas shotgun
		3	Estrategia guiada externamente
7.	Regresión		

### Guía de Niveles de prueba.

El objetivo del documento es establecer los niveles de pruebas para el CEDIN, en el cual se define los roles, las tareas a realizar en cada nivel y el flujo de control entre los niveles para desarrollar el área de proceso de Verificación y Validación. Siendo una manera de adecuar las actividades de pruebas al proyecto es dividir el esfuerzo total de pruebas en una secuencia de fases o niveles. Estos niveles a menudo se organizan por la secuencia en la que las porciones del sistema llegan a estar listas para probar. Cada fase por lo tanto cubre un objetivo de prueba a alto nivel. Ir a *Proceso y Guías Documentos Generales del Proceso*.

### **Leyenda:**

**Validación** 

**Verificación** 

**V&V** 

A continuación se describen los niveles de pruebas tanto para verificación como para validación:

Tabla 6. Niveles de prueba.

Niveles de Pruebas	Descripción
<b>Pruebas unitarias, de componente o de subsistema</b>	Se prueban porciones del sistema mientras son creadas, se buscan errores de cada pieza del sistema bajo pruebas antes de que se produzca la integración de las mismas
<b>Pruebas de integración</b>	Se prueba una colección de unidades, subsistemas o componentes que se están comunicando o interactuando, buscando errores en las relaciones y conexiones entre pares y grupos de estas piezas del sistema bajo prueba
<b>Pruebas de sistema</b>	Se prueba el sistema entero, buscando errores en el comportamiento, funciones y respuestas particulares y globales del sistema bajo prueba como un todo
<b>Pruebas de aceptación</b>	No buscan errores o fallos. El objetivo es demostrar que el producto está listo para el paso a producción

### Guía de Tipos de prueba.

En este documento se describen los tipos de pruebas para definir, de forma clara, el objetivo de los niveles de pruebas establecidos en el documento *Niveles de prueba* para desarrollar el área de proceso de Verificación y Validación. Es importante conocer diferentes tipos de pruebas para entender sus objetivos globales. Cada tipo de pruebas se centra en un objetivo particular. Ir a *VProceso y Guías\Documentos Generales del Proceso*.

A continuación se enuncian los tipos de prueba a modo de resumen:

Tabla 7. Tipos de prueba.

Pruebas	Tipos de pruebas	Clasificaciones
---------	------------------	-----------------

<b>Pruebas no funcionales</b>	Pruebas de prestaciones	Pruebas de Carga Pruebas de Capacidad. Pruebas de Estrés. Pruebas de Escalabilidad Pruebas de Estabilidad
	Pruebas de usabilidad	
	Pruebas de regresión	
<b>Pruebas funcionales</b>	Pruebas de caja negra	

### Roles y responsabilidades.

El documento establece los roles que participan en el funcionamiento de las áreas de proceso Verificación y Validación del nivel 3 de CMMI. Estos roles pueden estar ya definidos por pertenecer a otras áreas de proceso o ser nuevos creados para el área en específico eso no quita que en un momento dado intervengan en otras áreas, todo eso depende de cómo se diseñe la interconexión entre las áreas en cada organización. Ir a *VProceso y Guías\Documentos Generales del Proceso*.

A continuación se exponen las responsabilidades de cada rol para desarrollar el área de verificación y validación:

**Tabla 8. Rol y responsabilidades asociados a VAL.**

Rol	Responsabilidad
Jefe de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participa en la fase de estudio preliminar ( visión general del proyecto, análisis de factibilidad, proyecto técnico)</li> <li>- Desarrolla el Plan de Desarrollo de Software.</li> <li>- Aprueba las tecnologías a usar en el desarrollo del proyecto.</li> <li>- Administra recursos</li> <li>- Participa en la legalización del proyecto</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>-Realiza las estimaciones del proyecto.</li><li>- Definir la organización del proyecto.</li><li>- Monitorea la adherencia a procesos.</li><li>- Participa en las RTF.</li><li>- Participa en las revisiones con el cliente de los entregables.</li><li>- Participa en las revisiones con la alta gerencia.</li><li>- Administra la capacitación interna al proyecto.</li><li>- Guía el proceso de identificación y mitigación de los riesgos.</li><li>- Evalúa a los miembros del proyecto según su desempeño.</li><li>- Gestiona las interacciones con clientes y usuarios.</li><li>- Genera y asigna acciones correctivas</li><li>- Monitorea las acciones correctivas hasta su cierre</li><li>-Es el responsable de determinar la necesidad de adquisición</li><li>-Enviar convocatoria a los proveedores</li><li>- Seleccionar y establecer el acuerdo con el proveedor</li><li>-Monitorear el acuerdo</li><li>-Hacer pruebas de aceptación</li><li>- Garantizar todos los recursos para la transferencia de la solución del proveedor al proyecto</li><li>-Liberar al proveedor del acuerdo</li></ul>
Diseñador de pruebas	<ul style="list-style-type: none"><li>-Participa en la confección del plan de pruebas.</li><li>-Identifica los métodos, las técnicas, herramientas y directrices apropiadas para implementar las pruebas necesarias.</li><li>-Establece en ambiente de comprobación</li><li>-Encargado de diseñar casos de pruebas para el sistema</li><li>-Dirige la definición del enfoque de prueba y garantiza la implementación satisfactoria.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>-Diseña las pruebas.</li><li>-Genera los casos y datos de prueba.</li><li>-Puede fungir como probador.</li><li>-Analiza y evalúa el estado del producto de trabajo comprobado.</li><li>-Evalúa el desempeño del probador y la calidad de las pruebas realizadas.</li><li>-Participa las revisiones entre pares</li></ul>
Equipo de proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>-Participa en la ejecución de las pruebas.</li><li>-Participa en las revisiones entre pares.</li><li>-Participa en el análisis de los datos de la revisión.</li></ul>
Líder del grupo funcional de pruebas	<ul style="list-style-type: none"><li>-Encargado de controlar el proceso de verificación y validación.</li><li>-Participa en las revisiones entre pares.</li></ul>
Probador	<ul style="list-style-type: none"><li>-Encargado de seguir los planes de pruebas.</li><li>-Ejecuta los casos de prueba y genera no conformidades asociadas al mismo.</li><li>-Registra los resultados de las pruebas.</li><li>-Analiza los resultados de las pruebas realizadas.</li></ul>
Proveedor	<ul style="list-style-type: none"><li>-Encargado de asegurar que los métodos del proyecto son adecuados para el entorno del proveedor</li></ul>
Usuario	<ul style="list-style-type: none"><li>-Participa en las pruebas de aceptación del producto</li></ul>
Analista	<ul style="list-style-type: none"><li>-Participa en las revisiones</li></ul>
Arquitecto	<ul style="list-style-type: none"><li>-Participa en las revisiones</li></ul>
Desarrollador	<ul style="list-style-type: none"><li>-Lleva a cabo las pruebas de unidad e integración</li></ul>

### Guía de Técnicas y Herramientas para el proceso VAL

En el documento Técnicas y Herramientas de pruebas se muestra un resumen de las 2 técnicas principales que se utilizan para probar el software en Validación y Verificación, explicándolas

detalladamente, puesto que en este epígrafe solo se hará énfasis en las pruebas dinámicas que pertenecen al área de proceso Validación. Además en el documento se exponen y explican minuciosamente todas las herramientas, dejando bien delimitado cuales pertenecen a Verificación y cuales a Validación. Ir a *Proceso y Guías\Documentos Generales del Proceso*.

**Leyenda:**

**Validación** 

**Verificación** 

**Tabla 9. Técnicas de prueba.**

<b>Técnicas de Prueba.</b>		
<b>Técnicas de pruebas dinámicas</b>	Basadas en la especificación	Particionamiento de equivalencia Análisis de valor frontera Tablas de decisión Transición de estados Pruebas de Casos de uso
	Basadas en la estructura	Pruebas de sentencia Pruebas de decisión Pruebas de caminos
	Basadas en la experiencia	Adivinar errores Pruebas exploratorias
<b>Técnicas de control estáticas</b>	Revisiones	Tipos de revisiones
	Análisis estático	

Tabla 10. Herramientas de prueba.

<b>Herramientas de Prueba.</b>	
<b>Herramientas de soporte para la gestión de pruebas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de gestión de pruebas</li> <li>• Herramientas de gestión de requisitos</li> <li>• Herramientas de gestión de incidencias</li> <li>• Herramientas de gestión de configuración</li> </ul>
<b>Herramientas de soporte para pruebas estáticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de revisión de procesos</li> <li>• Herramientas de análisis estático</li> <li>• Herramientas de modelado</li> </ul>
<b>Herramientas de soporte para la especificación de pruebas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de diseño de pruebas</li> <li>• Herramientas de preparación de datos de pruebas</li> </ul>
<b>Herramientas para ejecución y registro de pruebas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de ejecución de pruebas</li> <li>• Comparadores de pruebas</li> <li>• Herramientas de seguridad</li> </ul>
<b>Herramientas de monitorización y rendimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de análisis dinámico</li> <li>• Herramientas de monitorización</li> </ul>

### Libro del proceso VAL.

Este documento define el proceso de Validación para los proyectos del CEDIN. En él se especifica la estructura del proceso, tomando en cuenta las metas y prácticas específicas del área. Los principales aspectos que encierra son: los recursos para ejecutar el proceso, los responsables e involucrados relevantes, la relación del área de proceso de VAL con otras áreas, el diagrama de interacción entre los subproceso principales así como la relación del proceso con el ciclo de vida del proyecto. Para culminar en los últimos epígrafes del documento se hace una descripción gráfica y textual de cada subproceso,

siendo esto de gran importancia para la capacitación del personal que necesite entender cada una de las actividades necesarias para desarrollar esta área de proceso.

### **Conclusiones parciales.**

La propuesta de desarrollo del área VAL para el CEDIN, resume los aspectos más importantes relacionados con la definición del proceso de Validación y su adaptación a la dinámica de trabajo del Dpto. Integración y Despliegue. Los 3 subprocesos creados para guiar la ejecución del proceso VAL en general responden a las metas que propone CMMI como parte de la estructura del modelo. Además en el capítulo los productos de trabajo y los documentos que son parte de la solución propuesta vienen anexados al presente trabajo de diploma integrando la documentación oficial del mismo.

### **CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.**

#### **Introducción.**

Para la puesta en práctica del proceso de la propuesta presentada anteriormente en el capítulo 2, se determinó llevar a cabo el libro de proceso para la Validación a un proyecto real, con el objetivo de que esta propuesta garantice que los productos desarrollados cumplan con las expectativas del cliente. En el presente capítulo se hará la descripción de los pasos utilizados en la puesta en práctica del libro de proceso Validación para el cual fue escogido el Departamento de Integración y Despliegue del CEDIN, debido a que este se encuentra el grupo de pruebas.

#### **3.1. Aplicación del Libro de Proceso para la Validación.**

##### **3.1.1. Aplicación del artefacto Plantilla de Solicitud de Pruebas del CEDIN.**

El artefacto Plantilla de Solicitud de Pruebas del CEDIN pertenece al proceso de prueba que está establecido en el centro, el cual se utilizó en la meta específica (SG1) del área de proceso Validación para apoyar el subproceso 1. Seleccionar producto. Esta planilla establece los datos del producto al cual se le desea realizar las pruebas internas del CEDIN una vez terminada la etapa de implementación del ciclo de vida del centro. Este fue empleado para cumplir con la actividad solicitar pruebas internas. Este artefacto consta con una serie de datos del producto.

Una vez planificado el plan de prueba general del proyecto y finalizado la etapa de implementación del ciclo de vida implantado en el centro, el Líder del proyecto solicita el servicio de pruebas, empleando para ello la planilla de solicitud de pruebas del CEDIN. En el documento se establecieron todos los datos referentes al proyecto al cual se le va a realizar la validación, por lo que se especificó en el documento La fecha de solicitud que fue establecida para 5 de octubre de 2011, El nombre del proyecto, Núcleo de Procesamiento Gráfico, el cual fue tomado para la validación de la propuesta, El nombre del producto, que en este caso es componente de Sonido 2D-3D, el tipo de producto (aplicación), el tipo de proyecto (nacional), el centro (CEDIN) y la facultad (5) al que pertenece el producto. En la tabla artefactos a liberar, es donde quedan plasmados los nombres de los entregables del proyecto y la cantidad de casos de uso

por cada uno de ellos. En la tabla Software es donde se especifican los requisitos del cliente. Lo mismo ocurre en la tabla Hardware donde se describen los requerimientos para el cliente. En la planilla se establece la fecha de entrega para 2 de noviembre de 2011. Al finalizar se establece el nombre y el correo de los líderes del proyecto y del diseñador de pruebas con sus firmas digitales.

### 3.1.2. Aplicación del artefacto Plan de Prueba.

El plan de prueba general, se elabora una vez iniciado la etapa de Estudio Preliminar del ciclo de vida del software por el Líder del proyecto y el Diseñador de Prueba, por lo que se emplea como entrada del subproceso 1, en este caso se elaboró después de la aceptación del proyecto debido a que era el orden establecido hasta ahora por el centro, por lo que se contempló realizarlo una vez aceptado el producto para la validación, este artefacto se establece para dar cumplimiento a la actividad, elaborar plan de pruebas del subproceso 1. Seleccionar producto. El documento antes mencionado plantea una serie de elementos para planificar la organización de la validación del producto. Este artefacto tiene 8 epígrafes.

El epígrafe 1 trata sobre el control del documento el cual fue elaborado por el Diseñador de Prueba Anacelia Díaz Naranjo en conjunto con el Líder de Proyecto. El epígrafe 2 se establece la introducción del documento, donde se tienen en cuenta las características del software, el equipo de trabajo, los recursos del sistema necesarios para llevar a la práctica las pruebas, los posibles escenarios de los casos de pruebas, también se evidencian los requerimientos a probar, las diferentes técnicas y métodos necesarios para la evaluación. En los objetivos se contempla la aprobación de todos los requisitos definidos en la especificación de requisitos y en el Modelo de casos de uso. El alcance contempla solo los tipos de pruebas de sistema, específicamente pruebas funcionales. También se enuncian las referencias y acrónimos empleados para el plan de prueba. Además se contemplan en una tabla todos los roles con sus responsabilidades, involucrados en el proceso (**Tabla 8**). El epígrafe 3 el cual lleva por nombre Escenario de Pruebas se establecen una serie de actividades tales como asignar las tareas al equipo de pruebas, preparar los documentos de trabajo (rediseñar los casos de prueba si es necesario), entre otras. En el despliegue del sistema se utiliza una imagen que describe los componentes del proyecto. Para las PC Clientes si se establecen los equipos necesarios para la aplicación de las pruebas.

En el epígrafe 5 se deben de establecer todos los requisitos que se van a validar, por lo que se emplea para esto el documento Especificación de requisitos, tomando en cuenta que los requisitos que no estén incluido en esta lista estará fuera del alcance de las pruebas.

En el epígrafe 6 se establecen las estrategias del proyecto en la cual se emplea como técnica las pruebas de caja negra conocidas también como pruebas funcionales. En el epígrafe 7 es donde hace la evaluación de las pruebas y en el epígrafe 8 se hace el cronograma empleando el calendario y el plan de desarrollo del proyecto.

### **3.1.3. Aplicación del artefacto Diseño de Caso de Prueba.**

Este artefacto se empleó para Diseñar los Casos de Prueba (DCP) correspondiente a los Casos de Uso (CU) entregados. A continuación se listar los 7 DCP:

1. 0114\_DCP Leer fichero de sonido.
2. 0114\_DCP Administrar estado del sonido.
3. 0111\_DCP Ajustar volumen del sonido.
4. 0111\_DCP Modificar en tiempo real la posición de una o varias fuentes de sonido.
5. 0114\_DCP Modificar en tiempo real la posición y la orientación del oyente.
6. 0111\_DCP Generar sonido.
7. 0114\_DCP Cargar música de fondo.

### **3.1.4. Aplicación del artefacto Informe de Validación.**

El documento Informe de Validación, pertenece al subproceso 3. Validar el producto, el cual cumple con las siguientes actividades establecidas por la (SG Validar el producto o componente de producto).

1. Realizar la validación.
2. Analizar los resultados de la validación.

En los epígrafes de esta plantilla se describen las actividades de validación donde se especifican la estrategia realizada en el plan de pruebas y el máximo de casos de pruebas a realizar. En general se detalla cómo se llevan a cabo las actividades necesarias para la confección del libro de proceso.

### 3.1.5. Aplicación del artefacto Informe de Prueba.

El artefacto Informe de prueba, es generado por el subproceso 3 Validar el producto, el cual cumple con la actividad siguiente:

1. Ejecutar las pruebas establecidas para el producto, según el plan de prueba para los niveles de prueba. Este artefacto cuenta con cinco epígrafes.
2. Registrar las No Conformidades encontradas durante las pruebas.
3. Recoger la información sobre los resultados de las pruebas realizados.

En este proyecto solo se realizaron pruebas de aceptación. Dentro de los aspectos generales se contempló los casos de uso probados y los no probados en este caso la mayoría era porque no estaban implementados. Al final se definen los resultados esperados en los cuales se contemplan los errores encontrados por cada iteración de pruebas; por último se definen las no conformidades detectadas en el producto.

### 3.1.6. Aplicación del artefacto Acta de entrega de servicio de pruebas del CEDIN.

En este artefacto es donde se entrega al proyecto Núcleo de Procesamiento Grafico el servicio de pruebas desarrollado por el grupo de pruebas del Dpto. de Integración y Despliegue. En este documento se ponen la cantidad de artefactos liberados 7, además de la cantidad de No Conformidades encontradas por cada CU. A continuación se listan estos datos:

Tabla 11. Artefactos Liberados.

Nombre del Artefacto (DCP)	Total de DCP y/o No Conformidades (NC).
DCP_ Administrar estado del sonido.	1 DCP, 4 NC
DCP_ Ajustar volumen del sonido.	1 DCP, 1 NC
DCP_ Cargar la música de fondo.	1 DCP, 1 NC
DCP_ Generar sonido.	1 DCP, 1 NC
DCP_ Modificar en tiempo real la posición de una o varias fuentes de sonido.	1 DCP, 1 NC
DCP_ Prueba Leer fichero de sonido.	1 DCP, 1 NC
DCP_ Modificar en tiempo real la posición y la orientación del oyente.	1 DCP, 1 NC

Luego de exponer los datos anteriores se firma el documento por el solicitante Saily Salas Hechavarría y por el Líder del Grupo Funcional de Pruebas Mariela Cepero Núñez.

### 3.2. Análisis de los resultados.

Al aplicar los artefactos del proceso propuesto al proyecto Núcleo de procesamiento gráfico, se tiene que de los 7 artefactos generados por los subprocesos principales que representan un 100%, de ellos 6 fueron puestos en práctica, para una representación del 86 %, los cuales cumplieron con el objetivo de tener una mejor organización y calidad en las pruebas; para lo cual se emplearon las políticas, roles y demás documentaciones de apoyo del proceso. El 14 % de los artefactos no fueron empleados en el proceso debido a que el procedimiento utilizado fue simple, el cual no necesita de todos estos artefactos creados para realizar la validación, lo que no quiere decir que no pueden ser aplicados en futuras validaciones. A continuación se muestra una ilustración gráfica de la puesta en práctica de los artefactos:

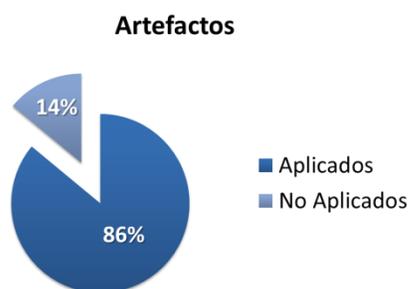


Fig. 4. Aplicación de artefactos.

### Conclusiones parciales.

Durante el avance del capítulo se seleccionó, para realizar la validación, la aplicación de la propuesta a un proyecto real desarrollado en el centro. Específicamente se probó un componente de sonido del proyecto Núcleo de procesamiento gráfico. De los 7 CU entregados al grupo de pruebas, se probaron todos en su totalidad encontrando 10 No Conformidades durante la 1ra iteración. El análisis de la prueba parcial arrojó como resultado que la propuesta es válida para ser implantada en el CEDIN, por ser categorizada de bastante adecuada y aceptable. Además se vió demostrado como el nivel de esfuerzo necesario para lograr una validación exitosa disminuye considerablemente con el uso del proceso propuesto en comparación con el que se tenía que emplear antes, para lograr el mismo objetivo.

### **CONCLUSIONES**

En este trabajo de diploma se elaboró un procedimiento para mejorar la ejecución de las pruebas internas que se realiza en el CEDIN, con el objetivo de incluir en el departamento un proceso de mejora del modelo CMMI. Luego de elaborada y evaluada la propuesta, se puede afirmar que el objetivo propuesto en la investigación se cumplió satisfactoriamente, debido a que se diseñó un documento titulado Libro de proceso para Validación, el cual describe la implementación del área de proceso Validación del nivel 3 de madurez de CMMI, permitiendo aplicar tanto las metas como prácticas específicas de esta área en el centro.

### RECOMENDACIONES

#### Se recomienda:

- ✓ Aplicar esta propuesta a los proyectos productivos del CEDIN.
- ✓ Estudiar sistemáticamente la evolución del proceso de pruebas que se aplica en el centro, para actualizar el proceso de validación que se propone cada vez que sea necesario.
- ✓ Realizar un estudio profundo sobre los procesos de pruebas de software que se realizan en los restantes centros, para en caso de ser necesario, poder modificar el proceso de validación que se propone. Con el objetivo de que se pueda adaptar a las características de cualquiera de los centros de desarrollo de la universidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Institute., Software Engineering.** *SEI. CMMI® for Development, Version 1.2.* 2006.
2. **Carlos., Universidad Rey Juan.** *Calidad del Software. Ingeniería de Software I. s.l.*
3. **INFORMÁTICA, D. D. C. D. C. Y. A.** *Control de Calidad en los Sistemas.* . 2000.
4. **Crosby, Philip.** *Quality is Free. [ed.] McGraw-Hill.* . 1979.
5. *IEEE, Std. 610-1990.*
6. *R. S. Pressman.* 1992.
7. *ISO 8402, UNE 66-001-92.*
8. *Pressman.* 1998.
9. **Guevara Mojena, Betsy.** *Procedimiento Propuesto para medir la Calidad.* 107 p. UCI, Ciudad de La Habana : s.n., 2007.
10. *Guía de Validación y Verificación.* noviembre 2009.
11. *SEI. \Universidad Carnegie Mellon : s.n.*
12. **Augusto., Sagrado.** *ALS.ALS.Application LifeCycle Solution.* [En línea] 2002. [Citado el: 11 de Enero de 2008.] <http://www.als-es.com/home.php?location=recursos/articulos/mejora-procesos-cmmi..>
13. *Test Maturity Model Integration (TMMi): Version 2.0. TMMi Foundation.* . 2009.
14. **Sanz, A., Saldaña, J., García, J., Gaitero, D.** *TestPAI: Un área de proceso de pruebas integrada con CMMI. Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, Vol.2, No.4.* 2008.
15. *ISO/IEC 29119 Software Testing: Part 2 - Test Process. Working Group 26. Reference: WG26-NO43.* 2008.
16. **J. Tuya, I. Ramos Román y J.J. Dolado.** *Técnicas cuantitativas para la gestión en la ingeniería de software.* Editorial Netiblo, ISBN 9788497452045. . 2007.
17. **J.A. Calvo-Manzano, G. Cuevas, J. Jiménez-Puello, T. San Feliu.** *“Comparativa entre modelos y estándares de madurez para prueba de software enfocados en la práctica de validación del CMMI-DEV v1.2 como referencia” . .* 2009.

18. Serrano. . [En línea] 2007. <http://everac99.wordpress.com/2010/07/22/empresas-certificadas-con-cmmi-en-mexico-y-el-mundo/>..
19. **Piattini, García.** *“Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software”*. Madrid : RA-MA Editorial, 2003.
20. **Boehm, B.** *“Software Engineering Economics”*. 1981.

---

## ANEXOS

**Anexo 1.** Guía para la realización de Entrevistas a Especialistas.

**Estimado profesor, como parte del proceso de mejoras que se está realizando en la UCI, el Dpto. de Integración y Despliegue ha decidido investigar las áreas de proceso del nivel 3 de CMMI, en busca de ver cómo incorporar el proceso de pruebas en alguna de ellas. Por la experiencia que usted posee en el tema nos gustaría que nos dedicara parte de su tiempo y nos respondiera las preguntas siguientes:**

1. En el Centro de Desarrollo de Informática Industrial (CEDIN) como parte del proceso de desarrollo del software existe un ciclo de vida establecido para los proyectos de software. ¿Conoce las fases que integran este ciclo de vida?
2. El proceso de desarrollo del software incluye la calidad del software como un subproceso más por eso durante el proceso se trabaja con modelos y estándares de calidad. ¿Conoce las principales características del Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).?
3. En la UCI desde el año 2009 se comenzó un programa de mejora de procesos seleccionando a CMMI como modelo de mejora. Hasta el presente año 2012 se han implementado en los centros 7 áreas de proceso, completando el nivel 2 de madurez. ¿Conoce como es el trabajo en algunas de estas áreas?
4. El proceso de pruebas actual no pertenece a ninguna de las áreas de procesos definidas en el nivel 2 de CMMI ¿Crees necesario investigar las áreas de proceso del nivel 3 de CMMI?
5. ¿Conoce como está organizado el proceso de pruebas en el proyecto?
6. ¿Cuáles son los roles que intervienen actualmente? ¿Cuáles consideras necesarios y cuáles prescindibles?
7. ¿Cuál es el momento de proceso de prueba que más se le dificulta? ¿Por qué crees que esto suceda?
8. ¿Cómo clasificarías la documentación generada durante el proceso?  
\_\_\_Ágil.            \_\_\_Trabajosa.

**Gracias por su colaboración**

**Anexo 2.** Niveles de capacidad de CMMI.

A continuación se hace una breve descripción de cada nivel perteneciente a la representación continua (Tabla 7) y a la representación por etapas o escalonada (Tabla 8) respectivamente:

**Tabla 12. Niveles de capacidad de CMMI de la estructura Continua.**

Nivel - Nombre	Descripción
<b>Nivel 0 - Incompleto</b>	El proceso no se realiza, no se consiguen sus objetivos o cuando uno o más objetivos específicos del área de proceso no son satisfechos.
<b>Nivel 1 - Realizado</b>	El proceso se ejecuta y se logra su objetivo o cuando satisface todos los objetivos específicos del área de proceso. Soporta y permite el trabajo necesario para producir artefactos.
<b>Nivel 2 - Gestionado</b>	Además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos. Tiene la infraestructura base para apoyar el proceso. El proceso es planeado y ejecutado en concordancia con la política, emplea gente calificada los cuales tienen recursos adecuados para producir salidas controladas; involucra partes interesadas; es monitoreado, controlado y revisado; y es evaluado según la descripción del proceso.
<b>Nivel 3 - Definido</b>	Además de ser un proceso "gestionado" se ajusta a la política de procesos que existe en la organización, alineada con las directivas de la empresa. Es adaptado desde el conjunto de procesos estándares de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de la organización, y aporta artefactos, medidas, y otra información de mejora a los activos organizacionales.
<b>Nivel 4 - Cuantitativamente Gestionado</b>	Además de ser un proceso definido se controla utilizando técnicas cualitativas y otras técnicas cuantitativas. Objetivos cuantitativos para la calidad y realización del proceso son establecidos y usados como criterios para manejar el proceso.
<b>Nivel 5 - Optimizado</b>	Además de ser un proceso cuantitativamente gestionado, de forma sistemática se revisa y modifica o cambia para adaptarlo a los objetivos del negocio. Es mejorado basado en el entendimiento de causas comunes de variación del proceso. Un proceso en optimización se focaliza en la mejora continua del proceso realizado a través de mejoras incrementales y usando innovación tecnológica.

**Anexo 3.** Niveles de madurez de CMMI.

Tabla 13. Niveles de madurez de CMMI de la estructura Escalonada.

Nivel - Nombre	Descripción
<b>Nivel 1 -Inicial</b>	Los procesos son usualmente caóticos. La organización usualmente no provee un ambiente estable para respaldar los procesos. Pocas actividades están definidas y el éxito de los proyectos depende del esfuerzo individual. Hay carencia de procedimientos formales, estimaciones de costos, planes del proyecto y mecanismos de administración para asegurar que los procedimientos se siguen.
<b>Nivel 2 -Gestionado</b>	En los proyectos se asegura que los requerimientos son gestionados, y que los procesos son planeados, ejecutados, medidos y controlados. Son establecidas las actividades básicas para la administración de proyectos de software para el seguimiento de costos, programación y funcionalidad. El éxito está en repetir prácticas que hicieron posible el éxito de proyectos anteriores, por lo tanto hay fortalezas cuando se desarrollan procesos similares, y gran riesgo cuando se enfrentan nuevos desafíos.
<b>Nivel 3 - Definido</b>	En los proyectos se establecen sus procesos definidos, adaptando el conjunto de procesos estándar, de acuerdo a los lineamientos de adaptación de la organización. Las actividades del proceso de software para la administración e ingeniería están documentadas, estandarizadas e integradas en un proceso de software estándar para la Organización.
<b>Nivel 4 - Cualitativamente gestionado</b>	Se puede seguir con indicadores numéricos (estadísticos) la evolución de los proyectos, las estadísticas son almacenadas para aprovechar su aportación en siguientes proyectos y los proyectos se pueden pedir cuantitativamente. Los procesos son medidos y controlados. Se registran medidas detalladas de las actividades del Proceso y calidad del Producto.
<b>Nivel 5- Optimizado</b>	En base a criterios cuantitativos se pueden determinar las desviaciones más comunes y optimizar procesos. Existe una mejora continua de las actividades, las que se logran a través de la regeneración con las áreas de procesos y también a partir de ideas innovadoras y tecnología. La recolección de datos es automatizada y usada para identificar elementos más débiles del proceso. Se hace un análisis riguroso de causas y prevención de defectos.

**Anexo 4.** Descripción de cada área de proceso.

A continuación se hará una breve descripción de cada área de proceso nombrada en la Tabla 1:

Tabla 14. Descripciones de las áreas de procesos.

Área de Proceso	Descripción
<b>CAR</b>	Identifica la causa de defectos y otros problemas. Luego toma acciones para evitar la ocurrencia de defectos o problemas en el futuro.
<b>DAR</b>	Proporciona un análisis usando proceso estructurado de toma de decisiones que asegura que las alternativas se comparan con criterios establecidos y objetivos para así tomar la mejor decisión posible.
<b>PPQA</b>	Proporciona una guía de soporte para la mejora de los procesos, garantizando productos con alto nivel de calidad.
<b>OPD+IPPD</b>	Establece y mantiene un conjunto de estándares tanto en procesos organizacionales como en ambientes de trabajo.
<b>RD</b>	Recopila las necesidades del cliente para convertirlas en requerimientos del producto esperado.
<b>OT</b>	Como esta área de proceso es el objetivo principal de este trabajo de diploma, se dará información más detallada de la misma más adelante en este mismo capítulo.
<b>QPM</b>	Maneja métricas cuantitativas de los procesos con el objetivo de alcanzar los objetivos de calidad establecidos. Además mediante el análisis de estos datos permite identificar oportunidades de mejora para los procesos.
<b>SAM</b>	Gestiona la adquisición de productos de proveedores con los cuales exista un acuerdo formal.
<b>REQM</b>	Gestiona los requerimientos del producto durante todo el ciclo de vida de él, identificando inconsistencias con los artefactos y planes de proyecto.
<b>RSKM</b>	Identifica riesgos del proyecto para evaluarlos, priorizarlos y gestionarlos para prevenir su futura ocurrencia.
<b>CM</b>	Establece y mantiene la integridad y consistencia de los artefactos.
<b>IPM+ IPPD</b>	Adapta el conjunto de procesos estándares de la organización a procesos llevados a cabo para un proyecto en particular. Además maneja a las partes interesadas involucradas en el proyecto.
<b>OID</b>	Selecciona y despliega mejoras incrementales e innovadoras que mejoran en forma medida los procesos de la organización y tecnologías, para alcanzar los objetivos de calidad organizacional y de realización de procesos derivados de los objetivos de negocio de la organización.

<b>PI</b>	Ensambla las componentes del producto para producir un producto más complejo manteniendo el cumplimiento de los requerimientos establecidos.
<b>MA</b>	Establece métricas con el objetivo de entregar resultados objetivos que sirvan como base para tomar decisiones informadas y correctivas.
<b>PMC</b>	Analiza el proyecto con el objetivo de establecer un control y evaluación según los planes establecidos, tomando acciones correctivas cuando es necesario.
<b>PP</b>	Desarrolla y mantiene planes del proyecto, compromisos adquiridos por parte de los participantes del proyecto y gestiona las partes interesadas del proyecto.
<b>OPF</b>	Ayuda a mantener un entendimiento de los procesos por parte de los miembros de la organización. También ayuda a identificar posibles mejoras de los procesos, que son evaluadas y eventualmente implementadas.
<b>OPP</b>	Deriva objetivos cuantitativos de calidad y ejecución de los procesos desde el conjunto de objetivos de negocio de la organización.
<b>TS</b>	Diseña, desarrollo e implementa soluciones para los requerimientos del producto establecido.
<b>VAL</b>	Demuestra que el producto, componentes del producto y artefactos corresponden a lo esperado para su uso.
<b>VER</b>	Demuestra que el producto, componentes del producto y artefactos cumplen con los requerimientos establecidos.

**Anexo 5.** Plantilla de Solicitud de pruebas internas al CEDIN.

**Control de versiones**

Fecha	Versión	Descripción	Autor

**Fecha de Solicitud:**

**Nombre del Proyecto:**

**Nombre del Producto(s):**

**Tipo de Producto (documentación o aplicación):**

**Tipo de Proyecto (nacional o de exportación):**

**Versión:**

**Facultad y Centro:**

**Artefactos a liberar.**

Nombre del entregable	Cantidad de páginas o Casos de Uso.

**Requerimientos de software y hardware para realizar las pruebas.**

**Software:**

**Para el cliente:**

**Para el servidor:**

**Hardware:**

**Para el cliente:**

**Para el servidor:**

**Fecha de aceptación del producto según cronograma:**

**Fecha de entrega del producto para su revisión:**

**Nombre y apellidos del Líder del proyecto:**

**Correo UCI:**

Firma del Líder del proyecto: \_\_\_\_\_

**Nombre y apellidos del Diseñador de Pruebas:**

**Correo UCI:**

Firma del Diseñador de Pruebas: \_\_\_\_\_

**Anexo 6.** Plan de Pruebas.

Nota Aclaratoria: El epígrafe 1 que se muestra en la planilla Plan de prueba se aplica a todos los artefactos generados en el libro de proceso para la Validación.

El epígrafe 2 que se muestra en el documento Plan de prueba se aplica a muchos de los artefactos generados por el libro de proceso para la Validación.

## 1. Control del Documento

Título:

Versión:

Versión	Nombre	Cargo

Aprobado por:	Firma:
Cargo:	Fecha:

### 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

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

## 2. Introducción

### 2.1 Objetivo

[\[Objetivo del documento\]](#)

### 2.2 Alcance

[\[Alcance del documento\]](#)

### 2.3 Definiciones y acrónimo

### 2.4 Referencias

Código	Título

### 3. Roles y responsabilidades

*[Descripción del equipo de probadores, por quienes está compuesto, responsabilidad de cada miembro.]*

Rol	Cantidad	Responsabilidad
<i>Nombre del rol</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Lista de responsabilidades dentro del proceso de validación</i>

### 4. Escenario de pruebas

*[Descripción del escenario en el que se ejecutarán las pruebas]*

#### 4.1 Despliegue del sistema

*[Modelo de despliegue del sistema]*

#### 4.2 Recursos

##### 4.2.1 Servidores

Recurso	Tipo

##### 4.2.1 PC Clientes

PC Clientes	
Cantidad	
Descripción	
Software base	
Servicios	

--

### 5. Requisitos a probar

*[Listado de requisitos a probar. Puede hacerse referencia al documento de requisitos.]*

### 6. Estrategia

*[Describe la técnica, herramientas a utilizarse en el diseño de los casos de prueba, el número mínimo de casos de prueba a diseñar.]*

### 7. Evaluación de las pruebas

*[Se describen los criterios de evaluación para las pruebas, como clasificación de las No Conformidades, Pedidos de cambios y listas de chequeo.]*

### 8. Cronograma

*[Cronograma de ejecución de las pruebas.]*

No.	Tarea	Fecha	Responsable	Participantes	Observaciones
[No]	[Nombre de la tarea]	[Fecha de realización de la tarea]	[Responsable de la tarea]	[Participantes de la tarea]	[Observaciones]

## **Anexo 7.** Plantilla de Procedimientos y Criterios de Validación

### 1. Procedimiento de Validación.

*[Generar el conjunto completo e integrado de procedimientos de validación para productos de trabajo, según sea necesario.]*

### 2. Criterios de Validación.

Resultados	Tolerancia	Criterios
<i>[Identificar los resultados esperados]</i>	<i>[Identificar cualquier tolerancia permitida en la observación]</i>	<i>[Identificar otros criterios para satisfacer los requerimientos]</i>

*Algunos ejemplos de fuentes para los criterios de validación son:*

- *Requerimiento de producto o componente de producto.*
- *Estándares*
- *Criterios de aceptación del cliente.*

### 3. Equipamiento y componentes ambientales

*[Identificar cualquier equipamiento y componentes ambientales necesarios para dar soporte a la validación.]*

## **Anexo 8.** Informe de Validación.

### **2. Actividades de Validación**

*[Registrar los resultados de las actividades de validación, ejemplo estrategia que se lleva a cabo para el desarrollo del producto, los tipos de pruebas empleados, las revisiones, herramientas, etc.]*

### **3. Elementos de acción**

*[Registrar los elementos de acción resultantes de la validación de los productos validados]*

### **4. Método validación**

*[Documentar el método de validación "tal como se ejecuta" y las desviaciones de los métodos y de los procedimientos disponibles descubiertas durante su realización]*

## **Anexo 9:** Informe de prueba

### **1. Control del Documento**

### **2. Introducción**

### **3. Aspectos generales**

*[Describir los aspectos generales a tener en cuenta a la hora de analizar el resultado de las pruebas, incidencias en el momento de su desarrollo y otros aspectos relevantes.]*

#### **3.1 Elementos probados**

*[Descripción general o lista de los Elementos Probados, y otros aspectos importantes a tener en cuenta a la hora analizar las No Conformidades Detectadas.]*

#### **3.2 Elementos no probados y causas**

*[Descripción general o lista de los Elementos no Probados, la causa de que no se hayan podido realizar las Pruebas y cualquier otro elemento importante que aporte la información necesaria para que sean analizadas estas causas y resueltas para la siguiente iteración.]*

### **4. Resultados obtenidos**

*[Especificar todos los resultados obtenidos durante la realización de las prueba. Especificar las distintas ejecuciones realizadas sobre el caso de prueba, hasta la superación del mismo.]*

### **5. Evaluación**

*[Evaluación de los elementos de pruebas respecto a sus correspondientes criterios de salida, resultado final de las pruebas.]*

### 5.1 Tabla de No Conformidades Detectadas

Elemento	#	No Conformidad	DCP	Escenario	Etapa de Detección	Importancia	Recomendación	Responsable	Respuesta (pendiente o resuelto)
[Identificador del elemento]	[1]	[Descripción de la No Conformidad]	[Nombre del diseño de Caso de Prueba]	[Descripción del aspecto correspondiente]	[Etapa de detección del error]	[X]	[X]	[Nombre del responsable]	[Tipo de respuesta]

#### **Anexo 10.** Acta de Entrega de Servicio de Pruebas del CEDIN

**Fecha de la Entrega:**

**Nombre del Proyecto:**

**Nombre del Producto(s):**

**Tipo de Producto (documentación o aplicación):**

**Tipo de Proyecto (nacional o de exportación):**

**Versión:**

**Facultad y Centro:**

Nombre del Artefacto (DCP)	Total de DCP y/o No Conformidades (NC).

**Nombre y apellidos del solicitante:**

**Cargo:**

**Correo UCI:**

Firma del Solicitante: \_\_\_\_\_

**Nombre y apellidos del Líder Grupo Funcional de Pruebas:**

**Correo UCI:**

Firma del Líder Grupo Funcional de Pruebas: \_\_\_\_\_

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**CEDIN:** Centro de Informática Industrial.

**CMMI:** Modelo Integrado de Madurez de las Capacidades.

**VAL:** Validación

**VER:** Verificación.

**SG:** Metas Específicas.

**SP:** Prácticas Específicas.

**GG:** Metas Genéricas.

**GP:** Prácticas Genéricas.

**UCI:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

**Software:** Conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.

**SEI:** Instituto de Ingeniería del Software.

**TMMi:** Modelo de Madurez Integrado de Prueba.

**TESTPAI:** área de proceso de pruebas integrado con CMMI.