

FORMULACIÓN DE PROPUESTA PARA EJECUCIÓN DE PRUEBAS FUNCIONALES EN UN SISTEMA POS BASADO EN PMI

OSCAR ANDRÉS PEÑA LÓPEZ

1301061

Director de Trabajo de Grado:

Ing. Freddy Leon Reyes, M.Ed.

Artículo presentado como requisito para obtener el título de Especialista en Gerencia Integral de Proyectos.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
NOVIEMBRE DE 2015

FORMULACIÓN DE PROPUESTA PARA EJECUCIÓN DE PRUEBAS FUNCIONALES EN UN SISTEMA POS BASADO EN PMI

PROPOSAL FOR DEVELOPING EXECUTION OF FUNCTIONAL TESTS IN A POS SYSTEM BASED ON PMI

Oscar Andrés Peña López
Ingeniero Industrial
Universidad Militar Nueva Granada.
Bogotá, Colombia
pe.oscar@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo muestra las operaciones necesarias para efectuar las pruebas funcionales a los sistemas punto de venta. Estos Sistemas integran desarrollos de software junto con funcionalidades de hardware. Este documento aborda una propuesta para asegurar la calidad en la implementación de estos sistemas y su puesta en marcha. Para esto es fundamental ejecutar pruebas funcionales que identifiquen errores y aseguren la calidad del sistema. Un elemento fundamental que ayuda a asegurar la correcta aplicación metodológica de los procedimientos de calidad de software son los usados por el PMI. Mediante el establecimiento de las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución de pruebas funcionales, se pretende generar la secuencia y precedencia necesaria, estimar los tiempos de las actividades de las pruebas funcionales, plantear los Costos asociados a cada actividad con el fin de proponer metodológicamente la Ejecución de Pruebas Funcionales.

Palabras Clave: Sistema Punto de Venta, Pruebas Funcionales, PMI, Calidad del Software, Costos, Actividades.

ABSTRACT

This study presents the operations necessary to perform functional tests to the point of sale systems. These systems integrate software development along with hardware capabilities. This paper discusses a proposal for quality assurance in the implementation of these systems and their implementation. This is critical to run functional tests to identify errors and ensure the quality of the system. A key element that helps to ensure proper application of the procedures methodological quality software are used by the PMI. By establishing the necessary to carry out the execution of functional testing activities it is to generate the sequence and precedence necessary to estimate the time of the activities of the functional tests, raised the costs associated with each activity in order to propose methodologically Execution of functional tests.

Keywords: POS, Functional Testing, PMI, Software Quality, Costs, Activities System.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información están ligados con el desarrollo y evolución de las organizaciones; la competitividad y el éxito dependen del control, la disponibilidad y la certeza que los sistemas ofrecen. Por medio de los “cambios imprevisibles y extremadamente dependiente de la información, las organizaciones van adquiriendo conocimientos y experiencias que les ayudan a obtener mayor rentabilidad de sus recursos de información, a conseguir aumentos de la productividad...” [1]. Las nuevas tecnologías y el desarrollo de sistemas de información posibilitan sin lugar a dudas la innovación de procesos, originando la aparición de nuevas formas organizativas [2]. Las empresas que se dedican a la venta de productos tangibles como las cadenas de supermercado, las droguerías, las ferreterías entre otras han adoptado mecanismos competitivos en los sistemas de información propiciando dinamismo y obligando a establecer mecanismos más complejos, integrados y competitivos.

La información es un conjunto de datos transformados de forma que contribuye a reducir la incertidumbre del futuro y, por tanto, ayuda a la toma de decisiones [3]. En este sentido los sistemas de información constituyen el medio por el cual una organización logra conocer los distintos componentes que hacen parte del mapa estratégico. La información reviste el carácter de un recurso más para la empresa,

como lo es el capital, las materias primas y el trabajo, pues sin información no hay empresa viable [3].

Un sistema de información que ha revolucionado y logrado efectividad en el tratamiento de la información sobre todo en los negocios de esquema comercial porque integran todos los componentes periféricos de una tienda como lo son los lectores de código de barra, el cajón monedero, la impresión de comprobantes de venta, monitor (touch screen), pantalla de publicidad son los denominados sistemas POS (Point of Sale). Los sistemas POS, son los encargados de generar la transacción comercial en el punto de venta, por tanto son los encargados de lanzar la transacción comercial, trasmite la información para realizar los demás procesos y sirve de interfaz entre las cajas registradoras, los sistemas de logística, los sistemas de contabilidad y otros sistemas empresariales [4].

Siendo el sistema POS una especie de híbrido diseñado para integrar la mayor cantidad de funciones que todo negocio con esquema comercial puede tener, resulta vital efectuar las pruebas necesarias para que el sistema de información usado logre transformar los productos de una simple transacción en una cadena de valor. Teniendo en cuenta que la cadena de valor recoge todas las actividades que se llevan a cabo en una empresa para ofrecer un producto o servicio (Lapiedra, Devece, Guiral 2011) es fundamental formular una metodología de pruebas adecuadas que permita al sistema de información antes de implementar el desarrollo, validar y verificar el adecuado funcionamiento del POS.

El modelo de pruebas es el responsable de revisar la calidad del sistema. Este modelo consta de la validación del sistema (también conocida como prueba de especificación) y la verificación (también conocida como prueba de resultado). Con frecuencia la prueba requiere más esfuerzo que cualquier otra acción de ingeniería del software. Por tanto, parecería razonable establecer una estrategia sistemática para probar el software [5]. Una de las reglas de Oro del proceso unificado de desarrollo de software (RUP) sea precisamente que sea el ser un proceso dirigido por Casos de uso [6].

Todo software en esencia es diseñado y construido para un propósito que según las condiciones y necesidades de la organización o del negocio, hacen que su planificación y ejecución sea más compleja. Si bien el Ingeniero de desarrollo debe conocer con cierta exactitud el propósito y el funcionamiento del negocio no conoce al detalle los aspectos básicos asociados lo cual ocasiona que entre el entendimiento y la construcción del desarrollo muchas veces se presenten

desviaciones que de no ser descubiertas a tiempo afectaran en proporción la calidad del producto. El no tener una propuesta de ejecución de pruebas funcionales de software organizada y secuencial impide estimar en términos de alcance, tiempo y recursos las actividades necesarias para descubrir los errores, clasificarlos y dar efectivo tratamiento. Si se realiza sin orden, se desperdicia tiempo, se emplea esfuerzo innecesario y, todavía peor, es posible que algunos errores pasen desapercibidos (Pressman 2010). Adicional a lo anterior las pruebas no solo deben realizarse observando únicamente la funcionalidad, sino que deben ir incorporadas a la cadena de valor, lo cual agrega aspectos de integralidad que en paralelo o luego de culminar las pruebas unitarias permitan descubrir si también se cumple con criterios de operatividades ligadas al negocio y propias de cada organización.

Asegurar la planificación y ejecución óptima de las pruebas funcionales siguiendo los lineamientos establecidos por medio de la metodología PMI, permite construir una estrategia organizada en tiempo, costos y riesgos que posibilite de forma efectiva por medio de criterios de verificación y validación a través de Escenarios y Casos de Prueba funcionales asegurar el paso desde el ambiente de pruebas a producción haciendo efectivo el logro del objetivo que es mejorar en términos de calidad, eficiencia y efectividad el propósito de una organización o negocio. La metodología PMI es exhaustiva identificando la mejor ruta para establecer el modelo de pruebas apropiado que permita dar cumplimiento con todos los requisitos de calidad y funcionalidad definidos para la herramienta software.

Es relevante abordar el problema a través de la metodología PMI ya que la planeación, el diseño y la ejecución de pruebas funcionales es inherente a la práctica adecuada de la dirección de proyectos. La aceptación de la dirección de proyectos como profesión indica que la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas puede tener un impacto considerable en el éxito del proyecto. La guía PMBOK identifica ese subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente conocidos como buenas prácticas (Project Management Institute 2013) [7]. A partir de lo anterior, se establece como objetivo principal de este artículo la Formulación de una propuesta para ejecución de pruebas funcionales en un sistema Pos basado en PMI.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de distintas fuentes y metodologías usadas para realizar pruebas funcionales, se pretende hacer un recorrido las distintas actividades e hitos que con el recurso necesario, el tiempo debido y la organización adecuada permitan implementar finalmente un sistema POS con la calidad, satisfacción y efectividad buscada. Se Establece una línea metodológica para ejecutar pruebas. La importancia radica en que permite planificar adecuadamente los recursos de los cuales se debe disponer, identificar fácilmente el alcance de las pruebas y delimitar adecuadamente los errores en el sistema con el objetivo principal de impedir que el producto final incumpla los requerimientos y criterios de calidad establecidos desde el inicio del proceso. En esta sección se planteará una propuesta para la ejecución de casos de prueba a partir de metodologías ya conocidas y que serán desglosadas desde el punto de un sistema POS.

1.1 Actividades necesarias para llevar a cabo la Ejecución de Pruebas Funcionales

Una vez acordado entre las partes, bien sea la fábrica de desarrollo y la operación, se determina y formaliza por medio de documentación específica y clara las distintas operaciones que debe realizar el software. El objetivo de los requerimientos de ingeniería es proporcionar a todas las partes un entendimiento escrito al problema [5]. Para esto los documentos deben describir de forma más aproximada todas las funcionalidades y su respectiva asociación con los componentes periféricos que componen el POS (lector de barras, pantalla, caja, teclado físico o táctil, entre otros). La documentación debe estar conformada y ordenada a su vez en subcomponentes que hacen parte del ejercicio normal del negocio.

1.1.1 Alcance-Técnica de la Caja Negra

Existen diversas técnicas para efectuar pruebas a los requisitos exigidos en el desarrollo. Sin embargo cuando se requiere determinar la calidad de la funcionalidad es preciso efectuar uso de la técnica conocida como Caja Negra. La prueba de sistema pone a prueba la funcionalidad y el rendimiento de la aplicación de software para el cumplimiento de los requisitos documentados en la especificación del producto. Se conoce como "caja negra " ya que pone a prueba los requisitos (no el diseño) y son la base para la estructuración de los casos de prueba para ser ejecutadas durante la prueba del sistema. [8].

La técnica de la caja negra implica adicional, diseñar casos de prueba en los que el programa no actúe como está esperado que lo haga. Si se desea utilizar este método para encontrar todos los errores en el programa, el factor determinante es la prueba de entrada exhaustiva, esto es, utilizando todas las posibles entradas como juego de pruebas [9].

1.1.2. Propuesta para la Ejecución de Casos de Prueba Funcionales

- i. Planificar Pruebas: Planificar las Pruebas corresponde a la fase previa de la ejecución y es necesaria ya que dimensiona los procesos, el recurso y el tiempo que será usado en la ejecución. Con el fin de llevar a cabo se debe realizar las siguientes tareas [10]:
 - Describiendo una Estrategia de Prueba
 - Estimando los requisitos para el esfuerzo de la prueba, por ejemplo, los recursos humanos y sistemas necesarios
 - Planificando el esfuerzo de la prueba
- ii. Diseño de Caso de Prueba: El objetivo de las pruebas de software es descubrir errores [5]. De manera general se puede resumir que los casos de uso le "dicen" al cliente qué esperar, al programador qué programar, al documentador qué documentar y al ingeniero de prueba qué probar [6]. En la figura 1, se detalla el proceso detallado para diseñar el caso de prueba. Entre los requisitos se destaca la aplicación lista para probar, Plantilla caso de prueba, lista de verificación de aspectos adicionales a chequear correspondiente (como por ejemplo funcionalidad de periféricos) y los casos de uso del sistema.

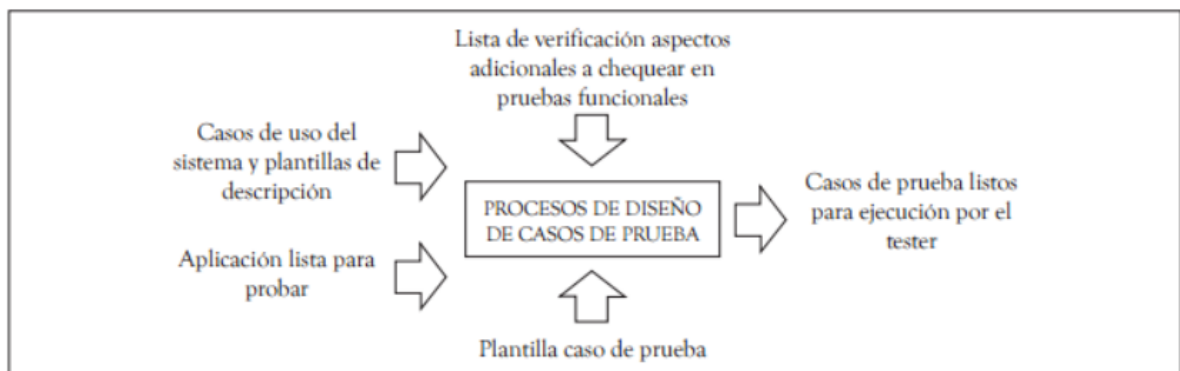


Figura 1. Entradas y Salidas del Proceso de diseño de casos de Prueba

Fuente: González Palacio Liliana, 2009

Algo a considerar para el adecuado diseño del caso de prueba corresponde al listado completo de funcionalidades que van a ser validadas y que constituyen un prerrequisito para efectuar la posterior prueba. Una buena práctica es asociar cada funcionalidad a un escenario del caso, de tal forma que se generan casos dentro de cada escenario.

- iii. **Evaluación Caso de Prueba:** La evaluación se debe corresponder con los criterios de completitud y verificación necesarios para determinar si el desarrollo se está construyendo de forma adecuada. Se debe evaluar si los casos construidos cubren las funcionalidades requeridas. Un aspecto fundamental a verificar son las condiciones de Ejecución, el cual corresponde al inventario de datos con los cuales se llevará acabo cada paso indicado en el paso de prueba [11].
- iv. **Realizar Pruebas de Humo [5]:** Permite al equipo de software valorar el proyecto de manera frecuente. En esencia, el enfoque de prueba de humo abarca las siguientes actividades:
 - a. Los componentes de software traducidos en código se integran en una construcción.
 - b. Se diseña una serie de pruebas para exponer los errores que evitarán a la construcción realizar adecuadamente su función. La intención debe ser descubrir errores “paralizantes” que tengan la mayor probabilidad de retrasar el proyecto.
 - c. La construcción se integra con otras construcciones, y todo el producto (en su forma actual) se somete a prueba de humo diariamente. El enfoque de integración puede ser descendente o ascendente.
- v. **Implementación y Ejecución [12]:** Es la actividad donde las condiciones de prueba se transforman en casos de prueba y testware y se configura el ambiente. Durante esta fase, se involucra la comparación de la salida Real, resultante de la ejecución del escenario con su salida esperada como fue documentada en su especificación.

- vi. Medición y Control: El propósito corresponde a evaluar los resultados de la prueba comparando los resultados obtenidos de la ejecución esbozados en el plan de pruebas inicialmente planteado. De aquí estadísticamente se evalúa el resultado general de las validaciones realizadas y se indica el porcentaje de errores por funcionalidad.
- vii. Finalización [12]: Consiste de conservar los materiales del test para su futura reutilización, realización del informe final y evaluación del proceso de prueba para mejorar el control de futuros procesos de prueba.

1.1.3. La Ejecución de Pruebas Funcionales

Basado en la Metodología descrita por el ISTQB [13] para la implementación y ejecución de las pruebas se deben seguir tareas en orden secuencial y consecutivo que dependen de la funcionalidad que se va a probar, para ello es preciso. Un aspecto importante llevado a cabo en esta etapa es la combinación de casos de prueba en un procedimiento general de ejecución, de modo que el tiempo de prueba se puede utilizar de manera eficiente. Aquí la lógica ordenación de las pruebas es importante para que, cuando sea posible, el resultado de una prueba crea las condiciones previas para una o más pruebas que son más tarde ejecutadas en secuencia. A medida que se ejecutan las pruebas, su resultado debe ser conectado, y una comparación hecha entre los resultados esperados y los resultados reales. Siempre que hay una discrepancia entre los resultados esperados y reales, esto debe ser investigado. Si es necesario un incidente de prueba debe ser levantada. Cada incidente requiere investigación, aunque la acción correctiva no ser necesario en todos los casos.

1.2. COSTOS

A través de los distintos autores consultados, se estima que durante las distintas fases de un proyecto de software, las pruebas son de las más costosas, al que se dedica un porcentaje del 30% de los recursos totales de un proyecto. Los rangos suelen variar según los estudios y el tipo de Software [14].

Dentro de los costos es fundamental el recurso humano dispuesto, para lo cual es necesario partir de las actividades descritas en la Ejecución y traslaparlas a la cantidad de errores. Es así que en la medida en que existan errores se obliga a que existan revisiones. Las revisiones toman tiempo y aumentan los costos [5].

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta la propuesta para Ejecutar casos de prueba funcionales a partir de la metodología PMI, para ello se establecerá como caso práctico la implementación de un modelo POS en una Caja de Compensación en Colombia.

2.1 ALCANCE

La estructura de desglose de Trabajo se construye a partir de las actividades desarrolladas en la técnica de la caja negra la cual se corresponde con el proceso de entrada o funcionalidad entregada, el proceso que se corresponde con la ejecución de la prueba y el resultado que se traduce en error o éxito de acuerdo al esperado.



Figura 2. EDT Ejecución de pruebas Funcionales.

Fuente: Autor

2.2 ESTIMAR LOS TIEMPOS DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES PARA UN SISTEMA POS

A partir de la estructura de desglose y partiendo un caso real realizado en una Caja de Compensación Colombiana en donde se está implementando un sistema POS, se estima el tiempo a partir de un ciclo completo de pruebas.

A partir del Diseño de Casos se establece que para validar la funcionalidad completa de la herramienta es necesario ejecutar 1286 casos funcionales. Se estima que un funcional con conocimiento suficiente sobre el negocio y lo que se espera de la funcionalidad puede en una jornada laboral de ocho horas ejecutar cuatro casos de

prueba por hora. Adicional, para poder determinar el tiempo de reporte de errores por cada ejecución se verificó que la cantidad de errores fue de 10 por cada 100 casos.

De acuerdo a las anteriores estimaciones se obtienen los resultados en la Tabla 1.

Tabla 1. Estimación del Porcentaje de Tiempos para la ejecución de Casos de Prueba Funcional de un Sistema POS

Actividad	Personal que Interviene	Porcentaje del Tiempo
Verificar Instalación de Ambiente de Pruebas	2	2%
Priorizar Casos de Prueba por Funcionalidad	1	2%
Ejecutar Casos de Prueba	8	44%
Registrar Resultados de Ejecución	8	44%
Reportar Errores como Incidentes	8	9%
TOTAL		100%

Fuente. Autor

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la actividad Ejecutar Casos de Prueba y Registrar Resultados de Ejecución corresponde aproximadamente al 90% del tiempo definido para la estructura de trabajo.

Es necesario precisar que el porcentaje de tiempo de la Actividad correspondiente a Reportar Errores como incidentes es directamente proporcional con la cantidad de casos fallidos. Su porcentaje de aceptación depende de la criticidad de los errores y para el caso de estudio en una caja de compensación familiar colombiana se definió que no debe superar el 5% del volumen de Pruebas realizadas.

2.3 PLANTEAR LOS COSTOS DE CADA ACTIVIDAD

A partir de las actividades realizadas se realiza una estimación de los costos, para ello se parte de la tabla 1 en donde se estima el recurso humano que interviene.

Tabla 2. Valor y unidad estimado por Actividad

Actividad	CANTIDAD o FACTOR	VALOR (COP)	UNIDAD
Diseño de Casos de Prueba	1286	1.388,89	por Unidad
Priorizar Casos de Prueba por Funcionalidad	1286	138,89	por Unidad
Registrar Resultados de Ejecución	1286	1.041,67	por Unidad
Alistar Ambiente de Pruebas	8	8.333,33	por Hora
Reportar Errores como Incidentes	127	1.388,89	por Unidad

En la Tabla 2 se estima el valor que tiene cada actividad a partir del recurso humano utilizado y del tiempo invertido en cantidad o factor.

Tabla 3. Costo Estimado por Recurso Humano que interviene año 2015

CONCEPTO	COSTO DE LOS FUNCIONALES MES (COP)	COSTO PLANTA MENSUAL (COP)	GERENTE GENERAL (COP/MES)	LIDER DE PRUEBAS (COP/MES)	INGENIERO DESARROLLADOR (COP/MES)
Sueldo	1000000	8.000.000,00	6.000.000,00	1.800.000,00	4.000.000,00
Cesantía	83300	666.400,00	499.800,00	149.940,00	333.200,00
Intereses sobre la cesantía	833	6.664,00	4.998,00	1.499,40	3.332,00
Prima de Servicios	83300	666.400,00	499.800,00	149.940,00	333.200,00
Vacaciones	41700	333.600,00	250.200,00	75.060,00	166.800,00
Auxilio de Transporte	74000	592.000,00	0,00	0,00	0,00
Dotación (Anual)	40000	320.000,00	0,00	0,00	0,00
Salud	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Pensiones	125000	1.000.000,00	750.000,00	225.000,00	500.000,00
Riesgo profesional	20000	160.000,00	120.000,00	36.000,00	80.000,00
Caja de Compensación	40000	320.000,00	240.000,00	72.000,00	160.000,00
I C B F	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sena	0	0,00	0,00	0,00	0,00
T O T A L E S:	1508133	12.065.064,00	8.364.798,00	2.509.439,40	5.576.532,00

En la Tabla 3 se resume calculando para un mes el costo de Total de la Mano de Obra Directa y los Gastos Administrativos necesarios para ejecutar las pruebas.

Con el fin de consolidar el valor de un ciclo completo de pruebas y consolidar los resultados de la Tabla 2 y la Tabla 3 se realiza el cálculo de realizar un ciclo de pruebas y adicional el costo por prueba realizada, de esta forma se estima el valor total obteniendo la tabla 4.

Tabla 4. Costos Estimados por realizar un ciclo de Prueba Funcional y por Prueba

CONCEPTO	VALOR MES CICLO (COP)
Materia prima y Materiales Directos	3.547.361
Mano de Obra Directa	12.065.064
Personal Administrativo	10.874.237
Indirectos de Fabricación	11.452.813
Depreciación	6.708.667
TOTAL COSTOS Y GASTOS	44.648.143
COSTO POR PRUEBA	34.729

En la tabla 4 se estima que la ejecución de un ciclo de pruebas con 1286 casos, cinco actividades de acuerdo al EDT, y un total de 8 recursos de planta y cuatro recursos administrativos es de \$44.648.143.

2.4 DISCUSIÓN

Diseñar la propuesta para la etapa de ejecución de pruebas funcionales de un Sistema POS muestra dinamismo dependiendo del objetivo, del proyecto y adicionalmente del tipo de negocio para el cual se está generando. Más o menores pasos a los descritos en el alcance dependen del tipo de prueba y los recursos disponibles. Se considera que para poder llegar a la Ejecución Funcional de Pruebas es fundamental describir las actividades que preceden pues no se debe desconocer que antes de cualquier etapa que tenga como fin la Ejecución debe ir precedida por el diseño y la correspondiente planificación.

Los diversos autores consultados dan especial énfasis en la etapa del diseño del caso pues se considera que en la estructura y claridad con la cual se efectúe será más efectivo lograr detectar errores en las etapas posteriores, sin embargo parte

del esfuerzo del presente artículo estuvo en dar una visual a la implementación y ejecución de casos de prueba pues esta fase permite materializar el esfuerzo dedicado por el equipo de desarrollo contra la expectativa generada de que la solución propuesta sea la más acertada en cuanto a funcionalidad, efectividad, productividad y operatividad.

En cuanto a la estimación de tiempo realizada es preciso destacar que corresponde a la capacidad promedio de ejecución realizada por cada funcional, esto implica que puede haber una varianza entre una y otra prueba efectuada dependiendo de la complejidad de la funcionalidad, la cantidad de periféricos integrados a la prueba y la cantidad de entradas y salidas diseñadas en cada caso de prueba.

Los costos derivados pueden ser mayores en la medida en que el cronograma de proyecto lo exija, esto significa que en la medida en que el tiempo de pruebas sea menor la cantidad de recursos especialmente los funcionales de apoyo deberán aumentar. El aumento de recursos para cumplir con los tiempos establecidos generalmente se da en un escenario donde los desarrollos pactados no fueron entregados en su totalidad, lo cual impacta operativamente la Ejecución de Pruebas pues el recurso adicional debe tener un ambiente de pruebas adicional en una máquina adicional y con el entrenamiento que es requerido.

Dentro de las estrategias de seguimiento y control es posible llegar a detectar los diferentes riesgos que puedan probablemente ocasionar que la ejecución de pruebas no se lleve a cabo o no ocurra según el plan. De esta forma a partir de una lluvia de ideas se puede tomar cada entregable descrito en la EDT y establecer los diferentes riesgos que ocasionen que el plan descrito se salga de la normal de acuerdo a los objetivos de alcance, tiempo, costo y calidad. Esta estrategia se corresponde al plan de gestión de riesgos y la idea es proponer una solución alterna en términos de Aceptar, Compartir, transferir, mitigar o evitar el riesgo. Esta metodología es bastante aceptable y dentro de la bibliografía consultada no se encontró una estrategia aproximada que permitiera identificar claramente investigaciones al respecto en la etapa de pruebas funcionales.

3. CONCLUSIONES

La ejecución de Pruebas funcionales es un proceso secuencial y crítico para el desarrollo de software. Basarse en la metodología PMI permite no solo proponer una metodología de ejecución por actividad sino que adicionalmente se logra identificar el alcance, el costo y el tiempo de la propuesta desarrollada de forma organizada. A partir de la propuesta desarrollada y de acuerdo con la metodología planteada se puede concluir:

- La implementación y ejecución de pruebas funcionales en un sistema POS se define como una ruta crítica la cual comprende cinco entregables necesarios para detectar fallas o incidentes del sistema, el alcance de acuerdo a la propuesta se divide en cinco actividades que comprenden la verificación del ambiente de pruebas, la priorización de casos, la ejecución, el registro de los resultados y el reporte de errores como actividad final.
- Aproximadamente el 90% del tiempo en la propuesta para la Ejecución de las pruebas funcionales en un sistema POS dependen de la implementación y realización de las pruebas así como del registro de los resultados. Sin embargo en la medida que se detecte mayor cantidad de errores este porcentaje puede disminuir.
- El recurso humano necesario para la ejecución de casos es proporcional a la cantidad de casos de prueba y el que representa el mayor costo, se estimó que el volumen para un ciclo de pruebas es de 1286 casos de prueba; lo anterior es consecuente con la mayor concentración del porcentaje de tiempo. Se estima que para efectuar cada prueba del Sistema POS es necesario invertir \$34.729 COP.
- La información obtenida de la ejecución de casos funcionales así como el registro de los errores o incidentes permite medir la efectividad de la ejecución de un ciclo de pruebas, sin embargo es importante para futuras investigaciones establecer un plan de riesgo que permitan identificar de forma preestablecida la forma más efectiva para mitigar los riesgos

REFERENCIAS

- [1] Rodríguez Rodríguez, J.M., Daureo Campillo, M.J. (2003). Almería. Sistema de Información: Aspectos Técnicos y Legales. Editorial: Universidad Almería. Pp. 15-
- [2] Mosquera A., Rincón Derlisiret M., Romero M. (2000). Maracaibo. La Organización basada en los Sistemas de Información. Universidad de Zulia.
- [3] Universidad Jaime I. (2011). Lapedra Alcamí, R., Carañana Devece C., Guiral Herrando J. Introducción a la gestión de Sistemas de Información en la Empresa. Castellón de la Plana. Editorial: Universidad Jaime I. Pp. 6
- [4] OCDE. (2013). Supresión electrónica de ventas: una amenaza para los ingresos fiscales. En: http://www.oecd.org/ctp/crime/Electronic_Sales_Suppression_Website_ESP.pdf (8 de Diciembre de 2015).
- [5] Pressman, R. (2010), Ingeniería de software, un enfoque práctico; séptima edición, McGraw-Hill
- [6] Jordán Enriquez, O., Vázquez Ruiz, O., Generación de casos de prueba a partir de casos de uso en las pruebas de software. Ingeniería Industrial [en línea] 2006, XXVII (): Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433560007>> ISSN 0258-5960 Weitzenfeld Alfredo y Guardati Silvia (2008), Ingeniería de software: el proceso para el desarrollo de software, <ftp://ftp.itam.mx/pub/alfredo/PAPERS/WeitzenfeldGuardatiComputacion2008.pdf>
- [7] PMI (2013), Guía de Fundamentos para la dirección de Proyectos; quinta edición.
- [8] Kenett, R., & Baker, E. R. (1999). Software Process Quality: Management and Control. New York, NY, USA: CRC Press. Retrieved from <http://www.ebrary.com> Copyright © 1999. CRC Press. All rights reserved.
- [9] Mendoza Fariña, S., (2011). Estudio de la metodología de automatización del testeo en aplicaciones web. Barcelona. Consultado desde <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12515/73921.pdf?sequence=1>
- [10] Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J. (2000). El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Pearson Education. Primera Edición. Madrid. (p. 290-299)
- [11] González Palacio, L. (2009). Método para Generar Casos de Prueba funcional en el desarrollo de Software. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Medellín.

Consultado desde: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242009000300004&script=sci_arttext

[12] Pérez Lamanca, B. (2006). Proceso de Testing Funcional Independiente. Montevideo. Universidad de la República. Consultado desde: http://www.ces.com.uy/documentos/imasd/Tesis-Beatriz_Perez_2006.pdf

[13] Morgan P., Samaroo A., Thompson G., Williams P. (2011). Software Testing an ISTBQ-ISEB Foundation Guide. Published by British Society Limited. Second Edition. Consultado desde: <http://www.bcs.org/upload/pdf/software-testing2.pdf>

[14] Piattini Velthus M., Garzás Parra J. (2007). Fábricas de Software: Experiencias, Tecnología y Organización. Editorial Alfa-Omega. Primera Edición. México.