

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

PLAN DE GESTIÓN DE PROYECTO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE
PRUEBAS CON LA CÁMARA DE ESTRÉS DE TEMPERATURA PARA
TARJETAS ELECTRÓNICAS DE TERADYNE DE COSTA RICA

MARISETH VANESSA GRANADOS SOLANO

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN ADMINISTRACION
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Marzo, 2016

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

Evelyn Hernández Rojas
PROFESOR TUTOR

Fausto Fernández Martínez
LECTOR No.1

Álvaro Mata
LECTOR No.2

Mariseth Vanessa Granados Solano
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios primero por darme la oportunidad del estudio, la salud y las fuerzas para lograr todas las metas que me propongo en la vida, y como una de ellas concluir esta maestría.

A mi madre y hermanos por todo su apoyo incondicional durante mi tiempo de estudio y en todas las otras áreas de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Teradyne por aportar a mi crecimiento profesional y por seguir siendo parte activa durante la realización de este proyecto.

A mis compañeros de maestría por el apoyo que recibí de ellos a lo largo de este periodo de estudio.

A todos mis amigos que estuvieron al pendiente durante este proceso y me alentaron a seguir adelante.

INDICE

HOJA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE ILUSTRACIONES	vii
INDICE CUADROS	viii
ABREVIACIONES	ix
RESUMEN EJECUTIVO	x
1 INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problemática.....	2
1.3. Justificación del problema.....	4
1.4. Objetivo general.....	7
1.5. Objetivos específicos.....	8
2 MARCO TEORICO.....	9
2.1 Marco institucional.....	9
2.1.1 Antecedentes de la Institución.....	9
2.1.2 Misión y visión.....	10
2.1.3 Estructura organizativa.....	10
2.1.4 Productos que ofrece.....	12
2.2 Teoría de Administración de Proyectos.....	13
2.2.1 Proyecto.....	13
2.2.2 Administración de Proyectos.....	14
2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto.....	15
2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos.....	17
2.2.5 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos.....	18
2.3 Fundamentos de Equipos Automáticos de Pruebas.....	22
2.3.1 ¿Qué es un Equipo Automático de Pruebas?.....	22
2.3.2 ¿Cómo funciona un Equipo Automático de Pruebas?.....	23
2.3.3 Proceso de reparación de los instrumentos del probador.....	24
3 MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1 Fuentes de información.....	26
3.1.1 Fuentes Primarias.....	26
3.1.2 Fuentes Secundarias.....	27
3.2 Métodos de Investigación.....	31
3.2.1 Método Inductivo-Deductivo.....	31
3.2.2 Método Analítico-Sintético.....	32
3.2.3 Método de Entrevista.....	32
3.3 Herramientas.....	34
3.4 Supuestos y Restricciones.....	37
3.5 Entregables.....	38
4 DESARROLLO.....	40
4.1 Análisis de la situación actual del proceso de pruebas de estrés ambiental utilizando la cámara de temperatura.....	40
4.1.1 Proceso general de reparación de tarjetas defectuosas.....	41

4.1.2	Proceso de ejecución de pruebas funcionales y calibración.....	44
4.1.3	Procedimiento de ejecución de pruebas de estrés ambiental a distintas temperaturas (ESS).....	47
4.2	Plan de Gestión del Alcance.....	50
4.2.1	Planificar la Gestión del Alcance.....	50
4.2.2	Recopilar Requisitos.....	58
4.2.3	Definir el Alcance.....	63
4.2.4	Crear la EDT/WBS.....	65
4.2.5	Monitoreo y control del alcance.....	74
4.3	Plan de Gestión del Tiempo.....	82
4.3.1	Definir las Actividades.....	82
4.3.2	Secuenciar las Actividades.....	86
4.3.3	Estimar los Recursos de las Actividades.....	93
4.3.4	Estimar la Duración de las Actividades.....	94
4.3.5	Desarrollar el Cronograma.....	94
4.3.6	Monitoreo y control del tiempo.....	108
4.4	Plan de Gestión del Costo.....	109
4.4.1	Estimar los Costos.....	109
4.4.2	Determinar el Presupuesto.....	110
4.4.3	Monitoreo y control del costo.....	120
4.5	Plan de Gestión de Riesgos.....	121
4.5.1	Identificar los Riesgos.....	122
4.5.2	Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos.....	125
4.5.3	Planificar la Respuesta a los Riesgos.....	130
4.5.4	Monitoreo y control de los riesgos.....	139
4.6	Plan de Gestión de la Calidad.....	140
4.6.1	Planificar la Gestión de la Calidad.....	140
4.6.2	Monitoreo y control de la calidad.....	152
5	CONCLUSIONES.....	153
6	RECOMENDACIONES.....	156
7	BIBLIOGRAFIA.....	157
8	ANEXOS.....	159
8.1	Anexo 1: Acta del PFG.....	160
8.2	Anexo 2: EDT del PFG.....	164
8.3	Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG.....	165
8.4	Anexo 4: Estudio de tiempos para muestras de tarjetas durante la ejecución de pruebas de ESS.....	167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de causa y efecto sobre la generación de tiempos muertos en el proceso de pruebas en la cámara de estrés de temperatura.	4
Figura 2 Estructura Organizativa del Centro de Reparación de Teradyne de Costa Rica.	11
Figura 3 Comportamiento del costo y dotación de personal a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	15
Figura 4 Riesgo, incertidumbre y costo de los cambios a través del tiempo.	17
Figura 5 Esquema de un proceso.	18
Figura 6 Grupo de procesos de la dirección de proyectos.	18
Figura 7 Áreas de Conocimiento de la Administración de Proyectos.	19
Figura 8 Sistema Automático de Pruebas manufacturado por Teradyne Inc.	23
Figura 9 Funcionamiento de un Sistema Automático de Pruebas.	24
Figura 10 Cámara de estrés de temperatura	25
Figura 11 Diagrama de flujo del proceso de retorno de una tarjeta defectuosa y su tratamiento en el centro de reparación.	42
Figura 12 Diagrama de flujo general del proceso de ejecución de pruebas funcionales y de calibración.	45
Figura 13 Diagrama de flujo de pruebas de estrés de temperatura.	47
Figura 14 Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto.	66
Figura 15 Estructura de desglose de recursos para el proyecto.	93
Figura 16 Diagrama de Gantt para el proyecto.	107
Figura 17 Estructura de Desglose de Riesgos del Proyecto.	122
Figura 18 Plan de mejora propuesto para el proyecto.	152

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores Claves de Rendimiento para el área de STG durante el periodo 2015 (productos DI y AI-76X).....	5
Cuadro 2. Propósito de cada área de conocimiento y los procesos que las conforman.	19
Cuadro 3. Fuentes de información utilizadas por cada objetivo.	28
Cuadro 4. Métodos de Investigación utilizados.	33
Cuadro 5. Herramientas utilizadas para cada objetivo.	35
Cuadro 6. Supuestos y Restricciones.	37
Cuadro 7. Entregables.....	39
Cuadro 8. Parámetros a programar en la cámara de temperatura según el tipo de producto.	49
Cuadro 9. Acta del Proyecto.....	51
Cuadro 10. Procedimientos de prueba oficiales de la compañía asociados a cada uno de los productos a incluir en el proyecto.....	56
Cuadro 11. Matriz de Trazabilidad de Requisitos.	59
Cuadro 12. Enunciado del Alcance del Proyecto.	63
Cuadro 13. Diccionario de la EDT del Proyecto.	67
Cuadro 14. Plantilla del acta para aceptación de entregables.	75
Cuadro 15. Plantilla del acta de solicitudes de cambio.	76
Cuadro 16. Plantilla del reporte de información de desempeño.	78
Cuadro 17. Lista de actividades necesarias para completar el proyecto.	83
Cuadro 18. Secuencia de actividades del proyecto.	88
Cuadro 19. Desarrollo del cronograma del proyecto.....	95
Cuadro 20. Presupuesto del proyecto incluyendo las reservas de contingencia.....	111
Cuadro 21. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto.	123
Cuadro 22. Escala de Probabilidad.	125
Cuadro 23. Escala de Impacto.	125
Cuadro 24. Matriz de Probabilidad por Impacto.	126
Cuadro 25. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto con Priorización.....	127
Cuadro 26. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto con Plan de Respuesta.	131
Cuadro 27. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto con Plan de Respuesta (Segunda Iteración).....	135
Cuadro 28. Factores relevantes de calidad del proyecto.	142
Cuadro 29. Métricas de calidad del proyecto.	145
Cuadro 30. Matriz de actividades de calidad.	149

ABREVIACIONES

AP: Administración de Proyectos.

CPI: Siglas en inglés de Índice de Desempeño de Costo (*Cost Performance Index*).

CSG: Siglas en inglés de Grupo de Atención al Cliente (*Customer Support Group*).

DP: Director de Proyecto.

ECN: Siglas en inglés de Notificación de Cambio de Ingeniería (*Engineering Change Notice*).

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo.

ESS: Siglas en inglés de Evaluación de Estrés Ambiental (*Environmental Stress Screening*).

FRACAS: Siglas en inglés de Sistema de Reporte de Fallos, Análisis y Acciones Correctivas (*Failure Reporting Analysis Corrective Action System*).

GCS: Siglas en inglés de Atención Global al Cliente (*Global Customer Support*).

NFF: Siglas en inglés de Sin Fallos Encontrados (*Not Fault Found*).

PFG: Proyecto Final de Graduación.

PMBok: Siglas en inglés de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (*Project Management Body of Knowledge*).

PMI: Siglas en inglés de Instituto de Administración de Proyectos (*Project Management Institute*).

RBS: Siglas en inglés de Risks Breakdown Structure (*Estructura de Desglose de Riesgos*).

SPI: Siglas en inglés de Índice de Desempeño de Cronograma (*Schedule Performance Index*).

STG: Siglas en inglés de Grupo de Pruebas de Sistemas (*Systems Test Group*).

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional.

WBS: Siglas en inglés de Estructura de Desglose de Trabajo (*Work Breakdown Structure*).

RESUMEN EJECUTIVO

Teradyne Inc nació a finales de la década de 1940, como una empresa dedicada a la manufactura de Equipos Automáticos de Pruebas para la industria electrónica, siendo al día de hoy un líder mundial en este campo. Con su casa matriz ubicada en North Reading, Massachusetts, Teradyne Inc cuenta con presencia en múltiples ciudades de los Estados Unidos, así como en Asia y Europa. Hacia el año 2000, Teradyne de Costa Rica abrió sus puertas en respuesta a su necesidad de contar con una mayor presencia mundial e instalar más operaciones en un punto estratégico geográficamente.

En un principio, el negocio en Costa Rica se basó completamente en un Centro de Reparación. De esta forma, en el país se empezó la reparación de diversos tipos de tarjetas pertenecientes a los sistemas de pruebas de muchos clientes situados alrededor del mundo. En la actualidad su operación se ha diversificado y ahora cuenta con más de 200 colaboradores directos en distintas áreas producto de la diversificación del negocio y por la inauguración de nuevos departamentos.

En el departamento denominado STG – Siglas en inglés del Grupo de Pruebas de Sistemas (Systems Test Group), como parte de las pruebas que se ejecutan dentro de su proceso de reparación se encuentra el de la evaluación de estrés ambiental a tres temperaturas (frío, caliente y ambiente) dentro de una cámara especial en donde se introducen diferentes familias de tarjetas. Dicho procedimiento sirve para garantizar el funcionamiento de las mismas aun en condiciones extremas. Sin embargo, un foco de ineficiencia fue identificado como causa de la ejecución manual del proceso por parte de los técnicos especialistas en la reparación, el cual consiste en la acumulación de tiempos muertos que impide que más tarjetas puedan ser sometidas al procedimiento de prueba en un mismo día, ocasionando lo que popularmente se llama como “cuello de botella”.

Así, la automatización de dicho proceso fue la justificación para evitar los tiempos muertos durante la transición entre temperaturas, al obtenerse tiempos exactos tal y como se estipula en el procedimiento oficial de reparación de cada tarjeta. Además, con la implementación de alarmas, nuevamente el tiempo de operación se aprovecha, ya que se advierte al usuario de errores en tiempo de ejecución o de la culminación del proceso. Por su parte, se evita el error humano que puede introducirse en las operaciones manuales.

El objetivo general de este PFG fue elaborar un Plan de Gestión para el proyecto: “Automatización de pruebas con la cámara de estrés de temperatura para tarjetas electrónicas de Teradyne Costa Rica” con el fin de definir la base para su desarrollo y futura implementación. Dentro de los objetivos específicos se definieron los siguientes: elaborar el Acta de Constitución del Proyecto que autoriza formalmente la existencia del proyecto, también elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador,

preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto y la línea base del cronograma, desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto, elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen, y por último elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.

La metodología utilizada fue la investigación de tipo inductivo-deductivo y el método analítico-sintético. Con el primero se observó cómo se ha llevado a cabo el proceso de reparación con la cámara de temperatura hasta la actualidad en conjunto con la ingeniera y los técnicos especialistas del área, y a partir de ahí analizar las situaciones para proponer una solución satisfactoria al problema. Por su parte, con el segundo método se inició con una identificación y análisis de las partes que componen el proceso de reparación actual, se hizo la relación entre cada una de las etapas y se procedió a realizar una síntesis con respecto al problema que buscó solucionar la ejecución del proyecto a desarrollar, justamente para idear un plan adecuado. Además se utilizó el método de la entrevista para la recolección de información de las personas expertas en el tema para facilitar de generar el plan de proyecto.

Como conclusión del presente PFG se evidenció la necesidad que tiene el área de STG de Teradyne de Costa Rica de implementar un sistema automatizado para pruebas de estrés a diferentes temperaturas, ya que se en efecto existen etapas dentro del proceso en donde se exceden los tiempos, afectando la cantidad de tarjetas que pueden ingresar al proceso por día. También se concluyó la importancia que tuvo el Acta de Constitución del Proyecto como un factor que incrementa las posibilidades de culminación con éxito del mismo. La creación de los diferentes planes de gestión que se trataron para este proyecto ayudaron a definir de manera detallada el alcance, los requisitos necesarios, el tiempo de las actividades así como los recursos requeridos para éstas, lo cual tuvo un impacto en el planeamiento de los costos. Además con una adecuada identificación de los riesgos y su ponderación fue posible definir sus probabilidades de ocurrencia y su impacto con el fin de establecer los cursos de acción y las personas responsables de éstos. Finalmente con el plan de calidad se definió los factores, métricas y tareas para cumplir con los objetivos de calidad trazados.

Se recomendó al área de STG tomar este plan de gestión de proyecto como guía para la implementación del proceso automatizado, al igual que invertir en la capacitación de sus líderes en materia de administración de proyectos. Además se sugirió dar continuidad al proyecto con el restante de tarjetas para que todos los productos sean cubiertos bajo la misma metodología de prueba y que en dicha continuación se incluyan las áreas de conocimiento restantes. Otra recomendación fue el involucrar a más miembros del equipo con el fin de no depender exclusivamente de un recurso, y así no afectar negativamente el cronograma.

1 INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Teradyne Inc nace a finales de la década de 1940, como una empresa dedicada a la manufactura de Equipos Automáticos de Pruebas para la industria electrónica. Estos equipos se conforman de una serie de instrumentos controlados por una computadora, los cuales son tarjetas electrónicas capaces de forzar y medir tanto corrientes como tensiones eléctricas para probar las funcionalidades de dispositivos semiconductores que se integran en la gran variedad de aparatos tecnológicos que forman parte de la vida diaria.

Este líder mundial en el campo de pruebas de semiconductores, con su lema “Porque probar importa” es una empresa comprometida con el aseguramiento de la calidad de los diferentes dispositivos electrónicos que salen al mercado día tras día, y su propósito es garantizar que los productos estén listos a tiempo, y que todas las características de diseño y funcionalidad de los dispositivos actuales y futuros se encuentren íntegras cuando lleguen al cliente final para brindar la máxima satisfacción, cualquiera que sea el área de uso de dicha tecnología (en la vida laboral, entretenimiento, salud, seguridad, etc.).

Con su casa matriz ubicada en North Reading, Massachusetts, Teradyne Inc cuenta con presencia en múltiples ciudades de los Estados Unidos, así como en Asia y Europa. Como parte de su misión de continuar aportando una ventaja competitiva a las compañías más renombradas del sector tecnológico, es como hacia el año 2000, Teradyne de Costa Rica abrió sus puertas en respuesta a su necesidad de contar con una mayor presencia mundial e instalar más operaciones en un punto estratégico geográficamente. Esta nueva unidad de negocio inició como un Centro de Reparación de las tarjetas electrónicas que conforman los instrumentos de los Equipos Automáticos de Pruebas.

Al día de hoy, Teradyne de Costa Rica ha crecido en las operaciones que desarrolla, y ahora cuenta con más departamentos, que incluyen ingeniería de hardware y software, soporte, inventarios y compras. Por su parte, el Centro de Reparación tiene diferentes áreas. Por ejemplo, el producto que tiene más años de estar posicionado en el mercado es reparado en el departamento denominado “Legacy”.

Por otro lado, el departamento STG el cual fue definido en la sección anterior, es el que se encarga de reparar las tarjetas electrónicas que van en los Equipos Automáticos de Pruebas más recientes en el mercado. Dichas tarjetas se categorizan en familias de acuerdo al sistema al que pertenezcan.

Como parte del control de calidad que se hace al producto reparado es que se utilizan cámaras de estrés ambiental con diferentes temperaturas para garantizar que las tarjetas electrónicas funcionan como se espera aun en condiciones extremas de frío y calor, y es ahí donde se centra el tema a tratar en el presente PFG.

1.2. Problemática.

Por ser Teradyne una empresa que tiene un alto impacto en el tiempo que tardan sus clientes en ofrecer sus productos al mercado, es que resulta necesario que cualquier servicio que brinda a sus clientes sea rápido.

Cuando una tarjeta electrónica es reportada como defectuosa por parte del cliente, éste la envía para su respectiva reparación. Una vez recibida en el Centro de Reparación de Teradyne de Costa Rica, si dicha tarjeta pertenece a alguna de las familias que se repara dentro de la división de STG, entonces se da inicio al ya mencionado proceso de reparación, el cual responde a un procedimiento específico de acuerdo a la tarjeta a tratar. El flujo de este proceso se expondrá con mayor detalle en la sección del análisis de la situación actual.

Como se verá con mayor detalle en el apartado del desarrollo de este documento, dicho procedimiento, entre otras cosas, establece las pruebas funcionales que deben ser ejecutadas una vez que una tarjeta es reparada. Además y como parte de los requisitos fundamentales del control de calidad para garantizar que la tarjeta funciona aun en condiciones extremas, es que el procedimiento de prueba oficial de cada producto establece una etapa de pruebas de estrés ambiental a distintas temperaturas (ESS), la cual es ejecutada una vez que una tarjeta ha sido previamente reparada. Las pruebas funcionales específicas según el tipo de tarjeta de la cual se trate, deben ejecutarse a distintas temperaturas: frío, caliente y ambiente.

Actualmente este proceso se hace de manera manual, es decir, el técnico especializado en la reparación de la tarjeta de interés es el encargado de someterla a dichas pruebas de estrés ambiental. Esto implica que la persona toma la tarjeta, la inserta en la cámara, comienza la ejecución de las pruebas funcionales a la temperatura deseada de acuerdo a lo que establece el procedimiento, luego queda pendiente para hacer la transición de temperatura después de transcurrido un tiempo y continuar con la respectiva ejecución de las pruebas.

La problemática dentro del proceso descrito anteriormente radica en los tiempos muertos que se generan, los cuales pueden conllevar a que una tarjeta complete su proceso de pruebas de estrés ambiental con una duración de hasta 25% más de lo que se esperaría de acuerdo al procedimiento formal estipulado.

Tomando en cuenta esto, y sabiendo que los recursos son limitados (no se cuenta con una gran cantidad de cámaras), todas las pausas repentinas del proceso, ya sea por problemas de ejecución o por el simple hecho de que el usuario no es alertado sobre el momento justo en que se ha completado cierta etapa del proceso, constituyen un desperdicio de tiempo, el cual podría ser utilizado para someter a más tarjetas a la cámara por día.

De igual forma, la equivocación en la selección de parámetros o cualquier otra parte del procedimiento constituye un área que implica un reproceso, el cual es costoso en tiempo, ya que retrasa la entrada de otras tarjetas a la cámara para iniciar las pruebas de estrés.

A continuación se presenta un diagrama de espina de pescado para identificar todas aquellas causas que producen el problema del desperdicio de tiempo en el proceso de la ejecución de pruebas con la cámara de temperatura.

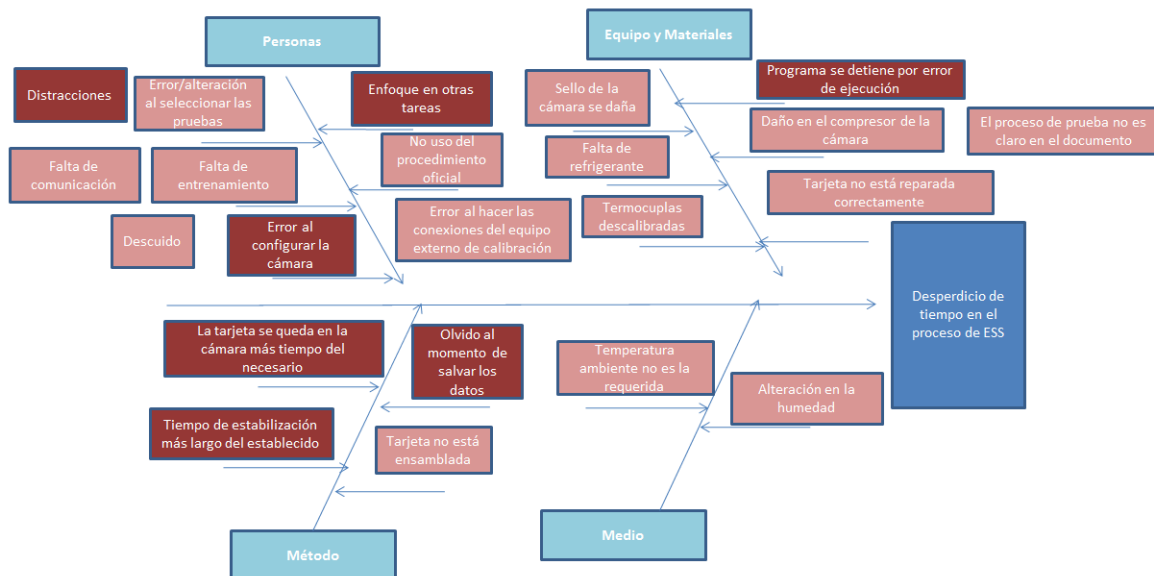


Figura 1 Diagrama de causa y efecto sobre la generación de tiempos muertos en el proceso de pruebas en la cámara de estrés de temperatura.

Fuente: Granados, 2015

1.3. Justificación del problema

Teradyne se compromete con sus clientes a que sus equipos estén siempre funcionales y así no se afecte su producción. Es por esta razón que los servicios de reparación deben ser eficientes, para que los problemas que presentan las tarjetas electrónicas defectuosas reportadas por los clientes sean solucionados

rápidamente y que, de esta manera dichos instrumentos reparados lleguen en el menor tiempo posible de vuelta a sus compañías.

Cada año se acuerdan diferentes metas con el fin de lograr la satisfacción del cliente en términos de calidad del servicio y rapidez en las entregas de su producto reparado. Estas metas a cumplir son lo que se conocen como los indicadores claves de rendimiento, algunos de los cuales se pueden observar en el cuadro 1:

Cuadro 1. Indicadores Claves de Rendimiento para el área de STG durante el periodo 2015 (productos DI y AI-76X).

Métricas de STG	Q115		Q215		Q315		Q415		Verde	Amarillo	Rojo
	Acordado	Actual	Acordado	Actual	Acordado	Actual	Acordado	Actual			
Solicitud de Planning	>95%	96.5%	>95%	93.7%	>95%	95.7%	>95%	94.1%	> Meta	±10%	>10% fuera de meta
Tiempo de ciclo para DI's	<4.5 días	4.0	<4.5 días	4.2	<4.5 días	4.4	<4.5 días	5.2	<4.5	4.5-5.5	>5.5
Tiempo de ciclo para AI76X	< 7.5 días	4.5	< 7.5 días	6.6	< 7.5 días	4.7	< 7.5 días	6.2	< 7.5 días	7.5-10	>10

Fuente: Teradyne de Costa Rica, 2015

Del cuadro 1 se puede deducir que para dos de los trimestres del 2015 la meta de “Solicitud de Planning” no se pudo cumplir al 100%. Esta meta se refiere al acuerdo al que llegan el área STG del Centro de Reparación y el departamento de Planning (encargado de mantener los inventarios con tarjetas en buen estado) para que el primero cumpla con la cantidad de tarjetas reparadas que se pactó. Dicho acuerdo se hace semanalmente.

Por su parte, cuando se habla del tiempo de ciclo de una tarjeta, esto se refiere a la cantidad de días que toma el repararla. Como puede verse, en el caso del producto DI, la meta es que sea reparado en un tiempo menor a 4.5 días, sin embargo, para el último trimestre del año esto se logró en promedio tomando 5.2 días.

El hecho de tener tan solo un indicador fuera de lo que es considerada una “zona verde”, da pie a pensar en formas alternativas que promuevan mejoras en los procesos actuales. Es así que, como parte de las actividades para cumplir con

esta meta de rapidez en la entrega del producto reparado se propone una automatización de las pruebas que involucran la cámara de estrés de temperatura.

Dicho proceso de pruebas de estrés (ESS) es una etapa que consume un tiempo considerable dentro del flujo total de reparación de una tarjeta. Según el procedimiento se toma alrededor de 3.6 horas para que se completen las pruebas que se ejecutan a las tarjetas dentro de la cámara de temperatura.

Actualmente, y de acuerdo a estudios que se han realizado en el área STG para los productos DI y AI-76X, en promedio se toma 291.5 minutos, es decir casi 5 horas, el completar el proceso de pruebas de temperatura por tarjeta. Con esto se puede decir que se está perdiendo casi 1.5 horas por cada tarjeta.

La idea de la automatización es eliminar este gasto de tiempo de casi hora y media, gracias a que el proceso se hará de forma continua, es decir, esto implica que, una vez que una tarjeta ha entrado a la cámara, todos los perfiles de temperatura serán ejecutados de forma automática con su respectivo conjunto de pruebas funcionales. Esto trae beneficios como los siguientes:

- En caso de que el técnico especialista deba ausentarse, éste le pueda asignar la tarea de ingresar el producto a la cámara a otra persona, sin necesidad de que este otro encargado tenga experiencia previa en la reparación del tipo de tarjeta encomendado. Sólo bastará que la persona conozca el tipo de tarjeta de la cual se trata para que haga la selección apropiada en la cámara y que las pruebas empiecen su ejecución.
- El técnico puede enfocarse en el inicio (o continuación) del proceso de reparación de otra tarjeta en paralelo, sin preocuparse de las múltiples interrupciones que genera el ir hasta la cámara a monitorear el avance de la tarjeta que está bajo las pruebas de temperatura. Básicamente, después de insertada la tarjeta a la cámara, la persona deberá regresar allí sólo en caso de haber recibido una alerta de interrupción en la ejecución de las pruebas, o para extraer la tarjeta una vez que reciba la señal de culminación del proceso.

- El hecho de contar con ese ahorro de tiempo permitirá que otra tarjeta lista para ser sometida a ESS pueda llegar ahí 1.5 horas más temprano, es decir se evitará el retraso en la entrada de otras tarjetas a la cámara, situación que ocurre actualmente porque la persona encargada desconoce el instante preciso en que las pruebas han terminado o inclusive puede olvidar que dejó una tarjeta ahí.
- Otra ventaja que también se relaciona con un ahorro del tiempo, es que se evitará las pausas repentinas ocasionadas por errores de ejecución, ya que el programa alertará sobre cualquier eventualidad.
- Se evitará el error humano en la selección de pruebas y la programación de parámetros.

De los estudios que se manejan con respecto al movimiento de estos productos, se tiene que se reparan 26 tarjetas por trimestre para el producto AI-76X. Tomando en consideración que se está desperdiciando 75.5 min por tarjeta, en total se acumula 1963 minutos de desperdicio de tiempo (32.7 horas) que podría emplearse para someter a pruebas de ESS a poco más de 9 tarjetas adicionales de esta familia.

Por las razones expuestas anteriormente es que se considera de importancia la implementación de un sistema automático que ejecute las pruebas de estrés de temperatura para el área STG que ayude a mejorar las métricas.

1.4. Objetivo general

Elaborar un Plan de Gestión para el proyecto: “Automatización de pruebas con la cámara de estrés de temperatura para tarjetas electrónicas de Teradyne Costa Rica” con el fin de definir la base para su desarrollo y futura implementación.

1.5. Objetivos específicos.

- Realizar un análisis de la situación actual del proceso de pruebas de estrés ambiental utilizando la cámara de temperatura para determinar los ámbitos a mejorar.
- Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador.
- Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en plazo del proyecto.
- Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto.
- Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen.
- Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.

2 MARCO TEORICO

2.1 Marco institucional

2.1.1 Antecedentes de la Institución

Teradyne Inc es un líder mundial en la manufactura de Equipos Automáticos de Pruebas para la industria electrónica, y con una experiencia de más de 50 años, ha brindado a sus clientes la capacidad de lanzar al mercado gran cantidad de productos tecnológicos que forman parte de la vida cotidiana de las personas.

Hacia el año 2000 se fundó Teradyne de Costa Rica, cuyas operaciones iniciaron como un Centro de Reparación de tarjetas electrónicas que forman parte de los diversos Equipos Automáticos de Pruebas que manufactura la empresa. Esta inauguración en Costa Rica se dio como parte de la estrategia organizacional para dar soporte de reparación a clientes en América y Europa. Además de Costa Rica, Teradyne tiene otro Centro de Reparación en Cebú, Filipinas, el cual se encarga de mantener la base instalada de los clientes asiáticos.

Teradyne de Costa Rica actualmente se encuentra en Zona Franca América en San Francisco de Heredia, y ha tenido un crecimiento y diversificación en las funciones que desarrolla, con lo cual hoy no solamente se dedica a la reparación. A las operaciones originales se ha sumado la entrada de diferentes departamentos como lo son el de Ingeniería y Verificación de Software, Desarrollo de Aplicaciones de Hardware y Software, Soporte y Soluciones de Bases de Datos, entre otros, con lo cual, a mediados de este año 2015 la cantidad de colaboradores directos de la empresa supera las 200 personas.

2.1.2 Misión y visión

Misión:

“Proveer servicios post-venta rentables y de la mejor calidad para nuestros clientes a través de la innovación constante” (Teradyne de Costa Rica, 2015).

Visión:

“Un lugar asombroso para trabajar con gente altamente talentosa el estándar de la industria de los servicios post-venta, permitiendo un crecimiento dramático y rentable para Teradyne” (Teradyne de Costa Rica, 2015)

2.1.3 Estructura organizativa

La estructura organizativa que aplica para el Centro de Reparación de Teradyne de Costa Rica se muestra en la Figura 2 a continuación:

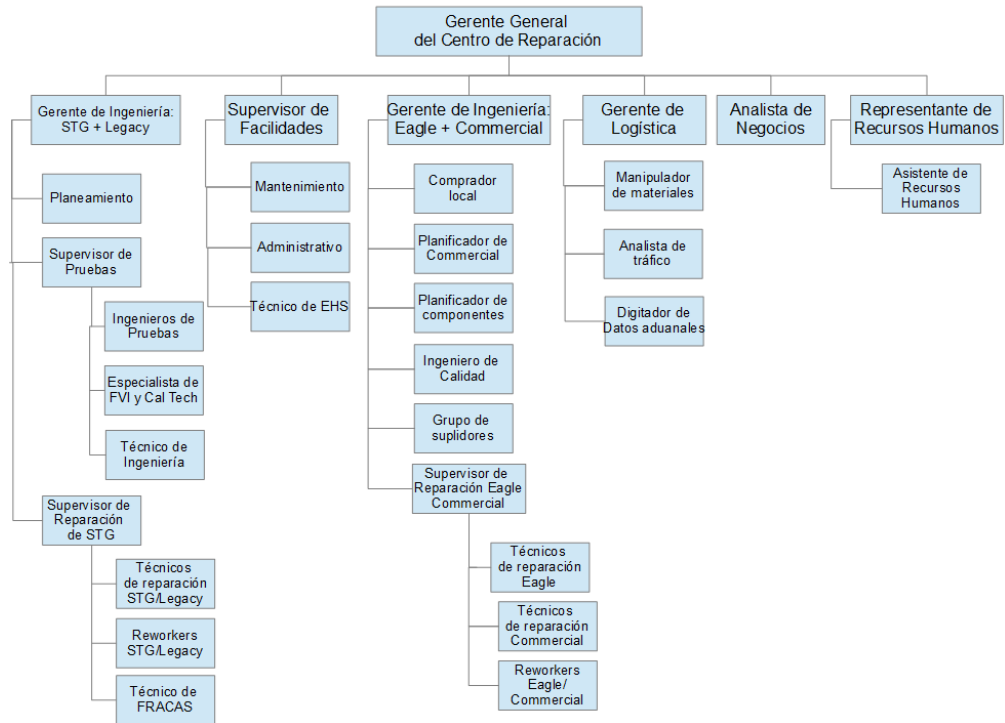


Figura 2 Estructura Organizativa del Centro de Reparación de Teradyne de Costa Rica.

Fuente: Teradyne de Costa Rica, 2015

La estructura organizativa tal y como aparece en la Figura 2 incluye las cuatro líneas de producto que se reparan en Costa Rica, donde “STG” y “Legacy” conviven bajo la misma dirección. Por su parte, el producto “Eagle” y el “Commercial” (los cuales no son tratados en este documento) son atendidos por una unidad de negocio distinta.

Como podrá haberse notado, esta estructura es exclusiva para el Centro de Reparación, ya que es ahí donde se desarrollará el PFG, y por lo tanto no se toma en consideración otros departamentos dentro de la organización.

2.1.4 Productos que ofrece

Desde que Teradyne de Costa Rica abrió sus operaciones en el país inició brindando servicios de reparación de los diferentes instrumentos que conforman sus sistemas de pruebas, los cuales son adquiridos por clientes localizados en diferentes lugares del mundo. Es así como ofrece un servicio rápido para las distintas líneas de productos, pues tiene diferentes contratos con sus clientes en los cuales se compromete a entregar el producto reparado en una fecha específica, y esto es posible gracias a que se dispone de personal capacitado con gran experiencia.

Sin embargo, las operaciones han crecido en los últimos años, motivo por el cual la reparación ha dejado de ser el núcleo de la organización. Ahora es capaz de ofrecer los siguientes servicios:

- Servicios Globales: Logística, planeamiento, compras y finanzas.
- Introducción de Producto Nuevo.
- Tecnologías de Información: Soporte de bases de datos y soporte de plataformas de comunicación.

- Servicios de Ingeniería: Ingeniería de soporte para hardware-software, ingeniería mecánica, ingeniería de desarrollo y verificación de software e ingeniería de aplicaciones de campo.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Proyecto

Existen dos maneras básicas en cómo el trabajo puede ser llevado a cabo en las compañías: por medio de proyectos o mediante procesos, de ahí la importancia de comprender la distinción entre ambos.

Cuando se habla de procesos, Lledó (2013) se refiere a éstos como actividades que son efectuadas permanentemente y que dan como resultado un mismo producto o servicio, el cual es repetitivo.

Por su parte, la esencia de un proyecto consiste en dos premisas como bien se trata en PMI (2013):

- Es un esfuerzo temporal.
- Genera un producto, servicio o resultado que es único.

Por lo tanto, un proyecto tiene como finalidad la consecución de un objetivo específico, y sus atributos básicos se presentan a continuación según se señala en Gido y Clements (2007):

Un proyecto:

- Tiene un objetivo (resultado o producto) bien definido, y éste se encuentra en términos de tiempo, alcance y costo.
- Es realizado mediante una serie de tareas interdependientes.
- Utiliza varios recursos para realizar las tareas, y éstos pueden ser organizaciones, personas, etc.

- Es delimitado en tiempo, es decir, tiene un inicio y un fin.
- Es único. Nunca se ha hecho algo similar en el pasado, o dispone de características o especificaciones especiales que lo hacen único.
- Tiene un cliente, que puede ser quien pone a disposición los recursos necesarios para que el proyecto sea realizado, o también puede ser un usuario final que pondrá a prueba la solución.
- Tiene un grado de incertidumbre, y su plan se realiza basado en una serie de supuestos y estimaciones.

2.2.2 Administración de Proyectos

La Dirección de Proyectos es una disciplina que toma una mayor relevancia en la actualidad, debido a la necesidad de contar con resultados exitosos dentro de los ámbitos de alcance, tiempo y costo, y sin dejar a un lado la calidad para la satisfacción de los clientes de esos proyectos.

En una definición más formal, el PMI (2013) afirma: “La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo”. (p.5)

Es por esta razón que para lograr una adecuada administración de un proyecto, es que éste debe contar con un plan en donde sean aplicados de una manera lógica y según corresponda, los 47 procesos de la administración de proyectos, los cuales son agrupados en cinco categorías a saber y que serán tratados a detalle más adelante:

- Inicio,
- Planificación,
- Ejecución,

- Monitoreo y Control, y
- Cierre.

2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto

Lledó (2013) se refiere al ciclo de vida de un proyecto como “las distintas fases del proyecto desde su inicio hasta su fin”. (p.34).

De PMI (2013) puede hacerse un extracto de las características más importantes de dichas fases, las cuales se detallan a continuación:

- Son secuenciales.
- Se pueden dividir por objetivos funcionales o parciales, resultados o entregables intermedios.
- Son acotadas en el tiempo.

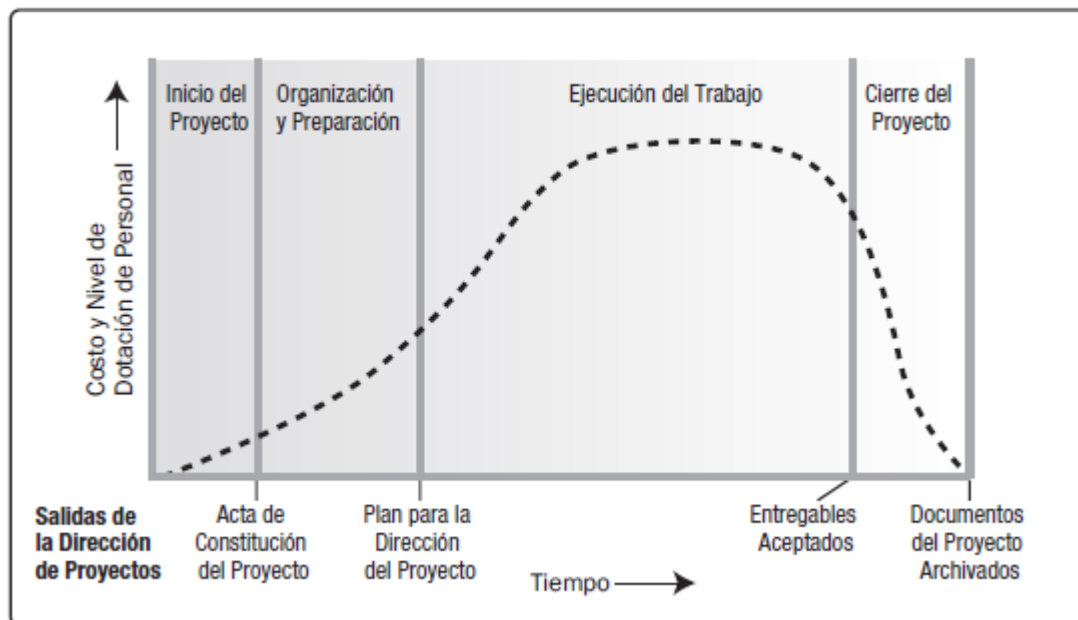


Figura 3 Comportamiento del costo y dotación de personal a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Fuente: (PMI, 2013, p.39)

La figura 3 muestra el ciclo de vida genérico dentro del cual se pueden enmarcar los proyectos. Como puede observarse, el punto más alto en cuanto a utilización de recursos económicos y humanos se da durante la ejecución de las tareas del proyecto, y alcanzando sus puntos más bajos durante las etapas de inicio y fin.

Durante la fase inicial es cuando se identifica una necesidad o un problema a ser resuelto, y es propiamente esa razón la que da nacimiento a la idea del proyecto. La fase siguiente que corresponde a la organización y preparación es cuando se realiza una propuesta de solución a dicha necesidad presentada por el cliente. Por su parte, la tercera fase es el desarrollo del proyecto como tal, la cual incluye desde el plan original de acción para el proyecto y el desarrollo de las actividades para conseguir los entregables acordados. Finalmente, la etapa de cierre consiste de una serie de actividades que dan por concluido y aceptado el proyecto, como lo son las confirmaciones de entrega, verificación de funcionamiento, además de las evaluaciones de desempeño y de satisfacción del cliente.

Es importante mencionar que los ciclos de vida varían en duración y esto es debido a la complejidad del proyecto en particular. Además, otra forma de caracterizar al ciclo de vida del proyecto es por medio del riesgo, incertidumbre y costo de los cambios según se puede ver en la figura 4.

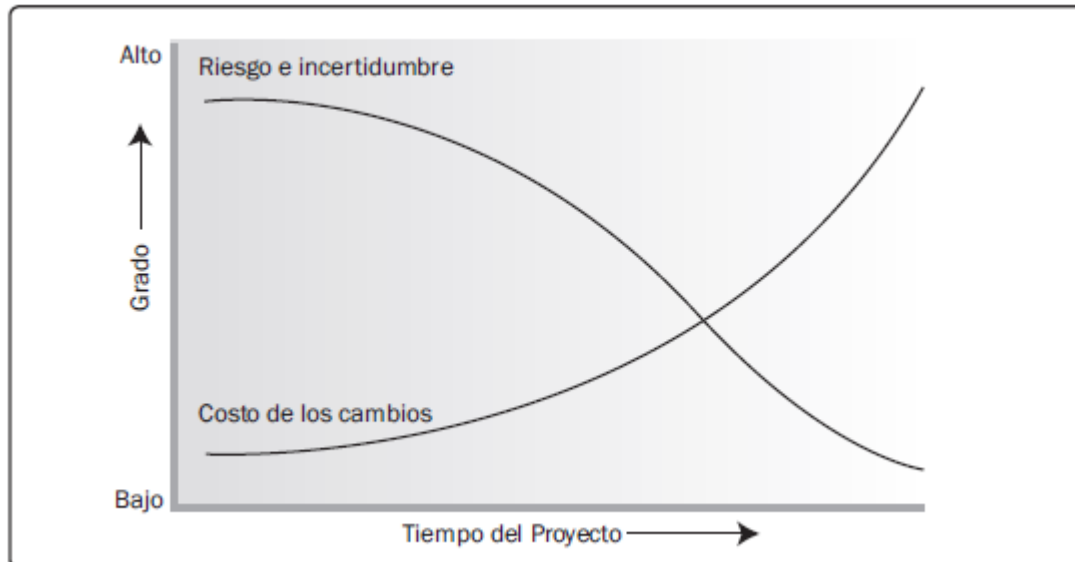


Figura 4 Riesgo, incertidumbre y costo de los cambios a través del tiempo.

Fuente: (PMI, 2013, p.40)

El comportamiento de las variables en la figura 4 se puede interpretar de la siguiente manera: en un principio los riesgos e incertidumbre son altos debido a que existe un desconocimiento del panorama global del proyecto, niveles que van disminuyendo a medida que se domina el tema y se va avanzando en el desarrollo. En cuanto a los costos incurridos por concepto de cambios, puede decirse que éstos son menores en un principio puesto que es más económico hacer un cambio en el plan, que ejecutar un cambio una vez que se está en pleno desarrollo del proyecto, ya que puede involucrar una compra cuantiosa debido a un error en la planificación, solo por mencionar un ejemplo.

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

Como ya se mencionó previamente, para alcanzar los objetivos propuestos y el éxito con una adecuada Administración de Proyectos es que se debe incluir los grupos de procesos que correspondan. Un proceso se define según PMI (2013) como un conjunto de acciones y actividades, que se relacionan entre sí para crear ya sea un producto, resultado o servicio definido.

En la siguiente figura se muestra cómo se esquematiza un proceso.

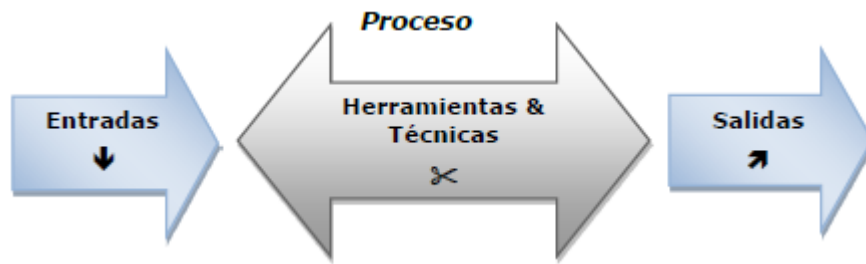


Figura 5 Esquema de un proceso.

Fuente: (Lledó, 2013, p.44)

PMI (2013) agrupa sus procesos en cinco grandes categorías, que se visualizan en la figura 6.

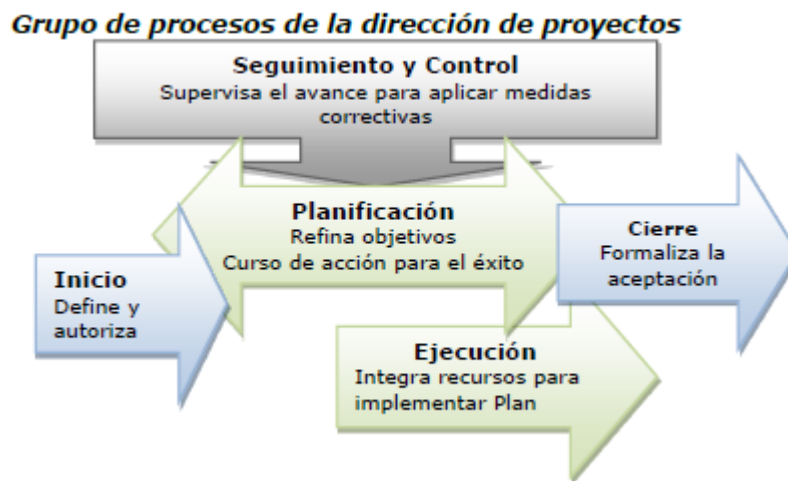


Figura 6 Grupo de procesos de la dirección de proyectos.

Fuente: (Lledó, 2013, p.46)

2.2.5 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos

La Administración de Proyectos se compone de 47 procesos, los cuales se agrupan en diez áreas de conocimiento a saber.



Figura 7 Áreas de Conocimiento de la Administración de Proyectos.

Fuente: Granados, 2015

En el cuadro 2 a continuación se resume las diez áreas de conocimiento según se estipula en PMI (2013):

Cuadro 2. Propósito de cada área de conocimiento y los procesos que las conforman.

Área de Conocimiento	Propósito	Procesos
Integración	Identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los procesos de la dirección del proyecto, para que éste se desarrolle de manera controlada.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el acta de constitución. 2. Desarrollar el plan. 3. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto. 4. Monitorear y controlar el trabajo. 5. Realizar el control integrado de cambios. 6. Cerrar el proyecto o fase.
Alcance	Garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión del alcance. 2. Recopilar requisitos.

	Definir y controlar qué se incluye y qué no en el proyecto.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Definir el alcance. 4. Crear la EDT/WBS. 5. Validar el alcance. 6. Controlar el alcance.
Tiempo	Gestionar la terminación en plazo del proyecto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión del cronograma. 2. Definir las actividades. 3. Secuenciar las actividades. 4. Estimar los recursos de las actividades. 5. Estimar la duración de las actividades. 6. Desarrollar el cronograma. 7. Controlar el cronograma.
Costo	Planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos para que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de los costos. 2. Estimar los costos. 3. Determinar el presupuesto. 4. Controlar los costos.
Calidad	Establecer las políticas de calidad, los objetivos y responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de la calidad. 2. Realizar el aseguramiento de calidad. 3. Controlar la calidad.
Recursos Humanos	Organizar, gestionar y conducir al equipo de proyecto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de los recursos humanos. 2. Adquirir el equipo de proyecto. 3. Desarrollar el equipo de proyecto. 4. Dirigir el equipo de proyecto.
Comunicaciones	Asegurar una comunicación eficaz entre todos los interesados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de las comunicaciones. 2. Gestionar las comunicaciones.

		3. Controlar las comunicaciones.
Riesgos	Planificar, identificar y analizar los riesgos. Además planificar la respuesta ante los riesgos y hacer un control de éstos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de los riesgos. 2. Identificar los riesgos. 3. Realizar el análisis cualitativo de riesgos. 4. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos. 5. Planificar la respuesta a los riesgos. 6. Controlar los riesgos.
Adquisiciones	<p>Comprar o adquirir productos, servicios o resultados.</p> <p>Gestionar el contrato y el control de los cambios a los contratos y el control a éstos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de las adquisiciones. 2. Efectuar las adquisiciones. 3. Controlar las adquisiciones. 4. Cerrar las adquisiciones.
Interesados	Identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar sus expectativas y su impacto. Desarrollar estrategias de gestión.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar a los interesados. 2. Planificar la gestión de los interesados. 3. Gestionar la participación de los interesados. 4. Controlar la participación de los interesados.

Fuente: Granados con base en el PMBoK (PMI, 2013)

Es importante hacer mención del porqué no se han incluido todas las áreas de conocimiento en el presente PFG. Como bien lo indica PMI (2013): “Buenas prácticas no significa que los conocimientos, habilidades y procesos descritos deban aplicarse siempre de la misma manera en todos los proyectos” (p.48). En este caso en particular se acordó en conjunto con el patrocinador y la ingeniera ejecutora cuáles áreas de conocimiento se iban a incluir así como las que iban a quedar fuera del documento.

Así por ejemplo, ya que por el momento solo se cuenta con un recurso directo para la ejecución del mismo, se acordó que no es necesario elaborar toda una sección para el manejo de los recursos humanos y por ende de las comunicaciones, ya que esta tarea resulta sencilla cuando no hay tantas personas a las que manejar. Tomando en consideración que todo lo que se requiere para el desarrollo del proyecto se encuentra disponible (y si no es así se trata de unos cuantos ítems) no es necesario incluir toda una sección para el manejo de éstas. El mismo criterio aplicó para el manejo de los interesados.

2.3 Fundamentos de Equipos Automáticos de Pruebas

2.3.1 ¿Qué es un Equipo Automático de Pruebas?

Un Equipo Automático de Pruebas es una colección de instrumentos que son controlados por una computadora, y básicamente consiste en tres componentes principales, los cuales son:

- Cabeza de prueba.
- Computadora.
- “Mainframe” que contiene las fuentes de poder y los instrumentos de medición.

De acuerdo a Burns y Roberts (2000), la computadora sirve como la interfaz de usuario al sistema de pruebas, con lo cual el ingeniero puede programar y depurar. La intención de dichos programas de prueba, es controlar los instrumentos que se encuentran en el mainframe y cabeza de prueba para así enviar las señales requeridas a los dispositivos electrónicos de interés a ser verificados por el sistema de pruebas. La cabeza de prueba por su parte, alberga más instrumentos y son los que están más próximos al dispositivo electrónico a ser verificado funcionalmente.

La manera en que el dispositivo electrónico de interés se comunica con el probador es mediante una tarjeta de interfaz, que se coloca encima de la cabeza

de prueba. Esta tarjeta conocida como DIB por sus siglas del inglés significa tarjeta de interfaz con el dispositivo (*Device Interface Board*) es la que realiza la conexión eléctrica de los instrumentos del probador con el dispositivo de interés por medio de pines.



Figura 8 Sistema Automático de Pruebas manufacturado por Teradyne Inc.

Fuente: Teradyne Inc, 2015

2.3.2 ¿Cómo funciona un Equipo Automático de Pruebas?

La figura 9 a continuación brinda la idea básica de la teoría de operación de un Sistema Automático de Pruebas.

Los probadores se pueden programar para generar cualquier tipo de señal. Estas señales llegan a los pines deseados del dispositivo bajo prueba, a través del DIB que se explicó anteriormente. Ya que el dispositivo de interés ha sido estimulado, es momento de medir sus parámetros, es decir el probador es capaz de medir los pines de salida de dicho dispositivo. El resultado de dichas mediciones es comparado con respecto a los valores esperados de comportamiento del dispositivo, los cuales han sido previamente programados.

Se dice entonces que, si todas las mediciones de los pines de salida del dispositivo electrónico bajo prueba se encuentran dentro de los parámetros programados en el probador, éste es considerado un dispositivo bueno, y se encuentra listo para su venta.

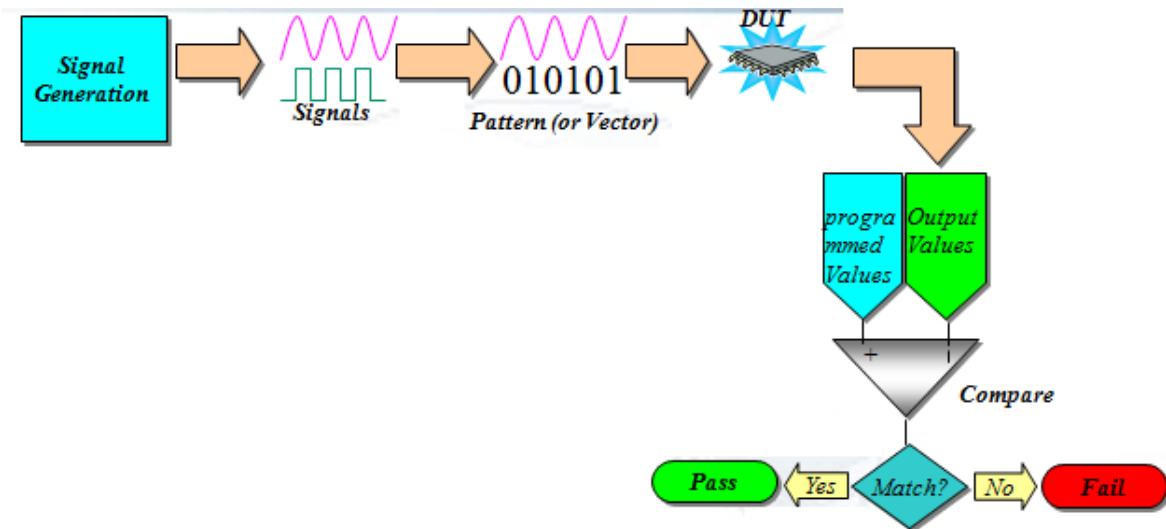


Figura 9 Funcionamiento de un Sistema Automático de Pruebas.

Fuente: Teradyne Inc, 2007

2.3.3 Proceso de reparación de los instrumentos del probador.

Como ya se mencionó anteriormente, el probador consiste de múltiples instrumentos que son los encargados de generar señales eléctricas para estimular y medir los dispositivos de interés a ser verificados.

Los clientes (quienes son los fabricantes de los dispositivos electrónicos a probar) cuentan con diferentes tipos de probadores en sus facilidades ubicadas en diferentes lugares del mundo. Cuando alguno de los probadores deja de funcionar correctamente, es porque uno o varios de sus instrumentos se han dañado, por lo cual el cliente los reporta como defectuosos y los envía a un centro de reparación.

Una vez que las tarjetas electrónicas defectuosas son recibidas en el centro de reparación de Teradyne, éstas son sometidas a un probador donde se ejecutan programas funcionales específicos para dichas tarjetas. El técnico especialista procede a confirmar el fallo reportado por el cliente, y procede a repararlas.

Cuando un instrumento es reparado, a éste se le vuelven a ejecutar las pruebas para verificar que su estado es funcional, y una vez confirmado este estado, se pasa por la última etapa, que es la cámara de estrés de temperatura.

Dicho proceso consiste en introducir la tarjeta a la cámara y ejecutar el programa de prueba respectivo a diferentes temperaturas: frío ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) y caliente ($45\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Figura 10 Cámara de estrés de temperatura

Fuente: Thermotron, 2015

Dicho proceso es ejecutado de manera manual para cada temperatura, y es justamente el problema a abordar en este PFG que busca implementar el proceso de automatización.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Fuentes de información

Cuando se inicia con un trabajo de investigación es necesario recurrir a fuentes de información. La información se obtiene de un conjunto de fuentes de conocimiento, las cuales permiten comprender situaciones, tomar decisiones o evaluar las ya tomadas (Grande & Abascal, 2007). En otras palabras, las fuentes de información son aquellos recursos a los cuales se recurre para obtener los datos relevantes en cualquier trabajo investigativo y que soportan el desarrollo del mismo. Para el desarrollo del Plan de Gestión para la Automatización de Pruebas con la Cámara de Estrés de Temperatura para Tarjetas Electrónicas de Teradyne de Costa Rica resulta imprescindible recopilar información para iniciar dicha fase de planeamiento.

3.1.1 Fuentes Primarias

Grande & Abascal (2007) definen a la información primaria como **“la que el investigador crea** expresamente para un estudio concreto. Esta información no existe en el momento en que se plantea la necesidad de utilizarla” (p.60).

Por su parte, Eyssautier (2006) se refiere a las fuentes primarias de información como aquellos portadores originales que no han retransmitido o grabado en cualquier medio o documento la información de interés.

Debido a que no toda la información necesaria para proceder con el desarrollo del plan en cuestión está explícita en algún documento, es que se torna necesaria la recopilación de datos por medio de formas alternativas como lo son las observaciones, reuniones con personal capacitado y entrevistas.

En este caso en particular, la información técnica requerida y enfocada propiamente a cómo se desarrolla el proceso de prueba de las tarjetas electrónicas utilizando la cámara de temperatura será recopilada mediante entrevistas y reuniones con las personas involucradas en dicho procedimiento, como lo son los técnicos especialistas en la reparación y los ingenieros del área respectiva. Dicha información es vital por cuanto permitirá definir las actividades y el curso a seguir para elaborar el plan de gestión del proyecto que pretende resolver la necesidad actual.

Además, lo que concierne al conocimiento propio de la Administración de Proyectos, éste será aprovechado del recurso humano de la UCI, por cuanto los profesores y tutores serán de gran ayuda para complementar y reforzar los temas a desarrollar en el plan de gestión.

3.1.2 Fuentes Secundarias

Otra forma de recuperar información es por medio de datos existentes y disponibles, ya sea en informes, libros o material de internet. “Esta **información que ya existe**, que se encuentra disponible en el momento en que surge la necesidad de su utilización, recibe el nombre de **información secundaria**.” (Grande & Abascal, 2007, p.60). Por lo tanto, y para apoyar la definición anterior es que puede decirse que esta información (a diferencia de las fuentes de información primaria), ya ha sido previamente retransmitida o grabada en cualquier documento o medio, y está ahí para cuando sea requerida por el investigador, según lo apunta Eyssautier (2006).

Para el desarrollo del plan en cuestión, la investigación acerca de cómo funciona el proceso y las pruebas relacionadas que ayudará a definir las actividades propias para resolver la necesidad con la implementación del proceso automatizado provendrá de documentos con las especificaciones técnicas de dichas pruebas, así como de informes de procesos similares que se han implementado previamente en la compañía.

De igual forma se buscará en los registros de la empresa cualquier información adicional de interés tanto de administración de proyectos como de la parte técnica del proyecto propiamente, y se procederá a buscar en fuentes de internet cualquier dato no disponible en los recursos citados anteriormente.

El resumen de las fuentes de información que serán utilizadas en este proyecto se presenta en el Cuadro 3 y corresponden a cada uno de los objetivos planteados para este proyecto:

Cuadro 3. Fuentes de información utilizadas por cada objetivo.

Objetivo	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto que autorizará formalmente la existencia del proyecto con la finalidad de contar con un inicio y límites bien definidos para éste.	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniera de Pruebas del área de STG de Teradyne de Costa Rica. Supervisor del Área STG de Teradyne de Costa Rica. 	<ul style="list-style-type: none"> Plantilla proporcionada por la UCI para la elaboración del Acta de Proyecto. Material didáctico de la UCI. Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). <i>Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)</i>. Pensilvania, EE.UU.
Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador.	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniera de Pruebas del área de STG de Teradyne de Costa Rica. Técnicos Especialistas de Reparación del Área de STG. Supervisor del Área STG de Teradyne de Costa Rica. Profesores/Tutores de la UCI. 	<ul style="list-style-type: none"> Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). <i>Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)</i>. Pensilvania, EE.UU. Lledó, Pablo. (2013). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento</i>. Victoria BC, Canadá. Plantillas y documentos actuales utilizados en la administración de proyectos de la empresa.
Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniera de Pruebas del área de STG de Teradyne de Costa Rica. Supervisor del Área 	<ul style="list-style-type: none"> Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). <i>Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)</i>. Pensilvania, EE.UU. Project Management Institute, Inc.

<p>planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en plazo del proyecto.</p>	<p>STG de Teradyne de Costa Rica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profesores/Tutores de la UCI. 	<p>(2011). <i>Practice Standard for Project Estimating</i>. Pennsylvania, EE.UU.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Project Management Institute, Inc. (Second Edition). (2006). <i>Practice Standard for Work Breakdown Structures</i>. Pennsylvania, EE.UU. • Project Management Institute, Inc. (Second Edition). (2011). <i>Practice Standard for Earned Value Management</i>. Pennsylvania, EE.UU. • Lledó, Pablo. (2013). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento</i>. Victoria BC, Canadá. • Base de datos de proyectos de la empresa. • Documentos de proyectos previos.
<p>Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniera de Pruebas del área de STG de Teradyne de Costa Rica. • Supervisor del Área STG de Teradyne de Costa Rica. • Profesores/Tutores de la UCI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). <i>Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)</i>. Pensilvania, EE.UU. • Project Management Institute, Inc. (2011). <i>Practice Standard for Project Estimating</i>. Pennsylvania, EE.UU. • Project Management Institute, Inc. (Second Edition). (2011). <i>Practice Standard for Earned Value Management</i>. Pennsylvania, EE.UU. • Lledó, Pablo. (2013). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento</i>. Victoria BC, Canadá. • Plantillas y documentos actuales utilizados en la administración de proyectos de la empresa. • Base de datos de proyectos de la empresa. • Documentos de proyectos previos.
<p>Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniera de Pruebas del área de STG de Teradyne de Costa Rica. • Técnicos Especialistas de Reparación del Área de STG. • Supervisor del Área 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). <i>Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)</i>. Pensilvania, EE.UU. • Lledó, Pablo. (2013). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento</i>. Victoria BC, Canadá. • Rose, Kenneth. (2005). <i>Project</i>

	<p>STG de Teradyne de Costa Rica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingenieros Desarrolladores de Pruebas de Teradyne Inc, North Reading, MA. • Profesores/Tutores de la UCI. 	<p><i>Quality Management: Why, What and How.</i> J. Ross Publishing, Inc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantillas y documentos actuales utilizados en la administración de proyectos de la empresa. • Base de datos de proyectos de la empresa. • Documentos de proyectos previos. • Procedimientos técnicos para la ejecución de pruebas de las tarjetas electrónicas.
<p>Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniera de Pruebas del área de STG de Teradyne de Costa Rica. • Técnicos Especialistas de Reparación del Área de STG. • Supervisor del Área STG de Teradyne de Costa Rica. • Profesores/Tutores de la UCI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). <i>Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)</i>. Pensilvania, EE.UU. • Lledó, Pablo. (2013). <i>Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento</i>. Victoria BC, Canadá. • Project Management Institute, Inc. (2009). <i>Practice Standard for Project Risk Management</i>. Pennsylvania, EE.UU. • Plantillas y documentos actuales utilizados en la administración de proyectos de la empresa. • Base de datos de proyectos de la empresa. • Documentos de proyectos previos. • Procedimientos técnicos para la ejecución de pruebas de las tarjetas electrónicas.

Fuente: Granados, 2015

3.2 Métodos de Investigación

Un método se define como “un sistema de supuestos y reglas que se proponen para descubrir y comprobar la verdad.” (Garza, 2007, p.12). Entonces básicamente, a partir de la definición anterior se dice que un método de investigación es el proceso de cómo se pretende conseguir la información relevante en algún determinado campo para extender o aplicar el conocimiento.

Por su parte, Eyssautier (2006) hace referencia al método como al procedimiento o conjunto de ellos que constituyen el medio para alcanzar los fines de la investigación.

3.2.1 Método Inductivo-Deductivo

“El método inductivo-deductivo estudia casos individuales para llegar a una generalización, conclusión o norma general y después se deducen las normas individuales.” (Eyssautier, 2006, p.98).

La investigación para formular un adecuado plan de gestión de proyecto en este PFG se basó en observar cómo se ha llevado a cabo el proceso de reparación con la cámara de temperatura hasta la actualidad en conjunto con la ingeniera y los técnicos especialistas del área, y a partir de ahí analizar las situaciones para proponer una solución satisfactoria al problema. Esto es de vital importancia ya que, entre mejor se conozca la situación, mejor se podrá establecer todas las actividades necesarias para dar un inicio apropiado de la ejecución del trabajo a realizar, sin dejar de lado los detalles.

3.2.2 Método Analítico-Sintético

“El método analítico-sintético descompone una unidad en sus elementos más simples, examina cada uno de ellos por separado, volviendo a agrupar las partes para considerarlas en conjunto.” (Eyssautier, 2006, p.98).

De esta forma, por medio de este método y para efectos de generar el plan en cuestión, se inicia con una identificación y análisis de las partes que componen el proceso de reparación actual, se hace la relación entre cada una de las etapas y se procede a realizar una síntesis con respecto al problema que busca solucionar la ejecución del proyecto a desarrollar, justamente para idear un plan adecuado.

3.2.3 Método de Entrevista

Por medio de este método es que se pretende obtener la información crucial para desarrollar el plan de proyecto. Con esto se pretende recolectar información de las personas expertas en el tema (ingenieros, supervisores, técnicos de reparación) para poder formular el plan en cuestión.

Dicho método se realiza ya sea de manera formal, por medio de una reunión previamente programada y con toda una estructura puntual de lo que se desea conocer, o de manera informal, por medio de llegar directamente al sitio de la reparación y entrevistar a las personas encargadas del proceso para ahondar más en la situación en particular a investigar.

En el cuadro 4 se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Cuadro 4. Métodos de Investigación utilizados.

Objetivo	Inductivo-Deductivo	Analítico-Sintético	Entrevista
Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto que autorizará formalmente la existencia del proyecto con la finalidad de contar con un inicio y límites bien definidos para éste.	Observación y análisis del proceso actual para obtener información de interés para la constitución del carácter.	Análisis de la documentación provista por la Ingeniera de Pruebas del área STG para recopilar la información necesaria para el carácter.	Entrevista a la Ingeniera de Pruebas y al Supervisor encargados del área STG para obtener información para llenar el carácter del proyecto.
Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador.	Observación y análisis del proceso actual para definir los límites del proyecto.	Análisis de la documentación provista.	Entrevista a la Ingeniera de Pruebas y Supervisor encargados del área STG, así como a los técnicos para definir los límites del proyecto.
Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en plazo del proyecto.	Juicio experto de los técnicos del área para la obtención de tiempos y definir una propuesta de los tiempos requeridos en las actividades.	Análisis de la documentación provista para la determinación de tiempos en el proceso actual.	Entrevista a la Ingeniera de Pruebas de STG (encargada de la ejecución del proyecto) para definir las actividades y los tiempos de éstas.
Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto.	No aplica.	No aplica.	Entrevista a la Ingeniera de Pruebas de STG (encargada de la ejecución del proyecto) para definir los costos.
Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen.	Observar y analizar basada en el proceso actual, cómo llevar a cabo la evaluación de calidad del proyecto. Juicio de experto provisto por los técnicos de reparación.	Análisis de la documentación provista en cuanto a las pruebas y el proceso para definir los parámetros de calidad del proyecto.	Entrevista a la Ingeniera de Pruebas de STG (encargada de la ejecución del proyecto) para definir los requerimientos y cómo evaluar la calidad del proyecto.

<p>Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.</p>	<p>Observar y analizar basada en el proceso actual, posibles riesgos antes, durante y después de la implementación del proyecto.</p> <p>Juicio de experto provisto por los técnicos de reparación.</p>	<p>Análisis de la documentación provista en cuanto a las pruebas y a los sistemas para identificar riesgos potenciales.</p>	<p>Entrevista a la Ingeniera de Pruebas de STG (encargada de la ejecución del proyecto) para identificar los riesgos del proyecto.</p>
---	--	---	--

Fuente: Granados, 2015

3.3 Herramientas.

PMI (2013) presenta el concepto de herramienta como algo que es tangible, que se utiliza para al realizar una actividad con el propósito de conseguir un resultado o un producto.

Asociado a las herramientas, se encuentra el concepto de técnica, la cual “es un sistema de supuestos y reglas que permite hacer bien una cosa.” (Garza, 2007, p.13). Por lo tanto cuando se habla de técnicas y herramientas, son aquellas a las que se recurre en la práctica para facilitar la realización de tareas, como por ejemplo, la recolección de información.

En el cuadro 5 se definen las herramientas a utilizar para cada objetivo propuesto.

Cuadro 5. Herramientas utilizadas para cada objetivo.

Objetivo	Herramientas
Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto que autorizará formalmente la existencia del proyecto con la finalidad de contar con un inicio y límites bien definidos para éste.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos: ingenieros, supervisores, técnicos. • Técnicas de facilitación: Lluvias de ideas.
Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Reuniones. • Entrevistas. • Análisis del producto. • Descomposición.
Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en plazo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Técnicas analíticas. • Reuniones. • Descomposición. • Método de diagramación por precedencia. • Determinación de las dependencias. • Adelantos y retrasos. • Análisis de alternativas. • Estimación por tres valores. • Método de la ruta crítica.
Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Técnicas analíticas. • Reuniones. • Estimación paramétrica. • Estimación por tres valores.
Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Costo-Beneficio. • Costo de la Calidad. • Siete herramientas básicas de la

	<p>calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudios comparativos. • Muestreo estadístico. • Herramientas de Gestión y Control de Calidad.
<p>Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Reuniones. • Revisiones a la documentación. • Técnicas de recopilación de información. • Análisis de supuestos. • Análisis FODA.

Fuente: Granados, 2015

3.4 Supuestos y Restricciones.

PMI (2013) se refiere a los supuestos como “factores del proceso de planificación que se consideran verdaderos, reales o seguros sin pruebas ni demostraciones.” (p.124). Estos supuestos son de gran ayuda cuando se trata de conocer el impacto que éstos pueden tener en el proyecto.

Por su parte, las restricciones “son factores limitantes que afectan la ejecución de un proyecto o proceso.” (PMI, 2013, p.124).

Los Supuestos y Restricciones y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación se ilustran en el cuadro 6, a continuación.

Cuadro 6. Supuestos y Restricciones.

Objetivo	Supuestos	Restricciones
Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto que autorizará formalmente la existencia del proyecto con la finalidad de contar con un inicio y límites bien definidos para éste.	Se cuenta con los aportes de los involucrados del área STG para definir los límites del proyecto.	Limitación de tiempo de las personas para reuniones.
Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador.	Se tiene acceso total a la información correspondiente de las diferentes familias de tarjetas electrónicas. Se tiene acceso irrestricto a las bibliotecas de software y documentación respectiva para integrar el nuevo programa de automatización.	Desconocimiento de la plataforma de software sobre la cual están desarrolladas las pruebas funcionales que actualmente son ejecutadas en las tarjetas.
Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en	Se cuenta con el criterio experto para definir adecuadamente la duración de las actividades del proyecto.	El proyecto deberá iniciar su ejecución a más tardar la segunda semana del mes de enero del 2016.

plazo del proyecto.		
Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto.	El proyecto sólo será desarrollado por un recurso: la ingeniera de pruebas del área STG.	El proyecto será desarrollado por la ingeniera del área STG, para aprovechar su conocimiento en las tarjetas electrónicas de interés y evitar la contratación externa.
Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen.	Se cuenta con el criterio experto de todos los usuarios de la cámara de temperatura para definir los requisitos de calidad del proyecto.	El proceso automatizado no debe interferir con la secuencia de pruebas de los procesos formales de reparación de las tarjetas.
Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.	Se dispone de toda la información necesaria para anticipar riesgos potenciales, así como también para crear los planes de acción ante su posible ocurrencia.	El personal de pruebas localizado en North Reading, MA se encuentra limitado de tiempo para brindar soporte en la identificación o mitigación de riesgos.

Fuente: Granados, 2015

3.5 Entregables.

PMI (2013) hace referencia a un entregable como “cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un proceso, fase o un proyecto.” (p.541).

En el cuadro 7 se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Cuadro 7. Entregables.

Objetivo	Entregables
Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto que autorizará formalmente la existencia del proyecto con la finalidad de contar con un inicio y límites bien definidos para éste.	Acta de Constitución del Proyecto que autoriza formalmente el inicio de éste.
Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador.	Plan de Gestión del Alcance que especifique las necesidades y requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto delimitando la descripción del producto a entregar. De igual manera, en dicho documento se incluirá la estructura detallada de trabajo (EDT) que muestre las actividades requeridas para completar satisfactoriamente el proyecto.
Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en plazo del proyecto.	Plan de Gestión del Tiempo en donde se desarrollará el cronograma de actividades para procurar la entrega del proyecto en el tiempo pactado.
Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto.	Plan de Gestión de Costos para estimar el presupuesto necesario para la finalización de las actividades que componen el proyecto.
Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen.	Plan de Gestión de Calidad para identificar los procesos y actividades a llevar a cabo con la finalidad de que el proyecto satisfaga con todos los requerimientos que le dieron origen.
Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos.	Plan de Gestión de Riesgos para identificar los riesgos potenciales del proyecto con el fin de minimizar o mitigar su impacto negativo y aprovechar los positivos.

Fuente: Granados, 2015

4 DESARROLLO

4.1 Análisis de la situación actual del proceso de pruebas de estrés ambiental utilizando la cámara de temperatura.

Una vez concluido el estudio de los procedimientos de prueba que son realizados a las diferentes tarjetas electrónicas durante la fase de reparación, además de hacer consultas a los encargados e involucrados en esta etapa, fue que se logró tener un panorama más claro acerca de cómo proponer una solución alternativa para satisfacer las condiciones de calidad de la empresa y que a la vez provea mejoras sustanciales al modelo actual de pruebas.

Adicionalmente se realizó un estudio de campo en el área STG, en el cual fue posible recolectar datos sobre una muestra de 3 tarjetas para cada familia (DI Series y AI-76X Series). Dichos datos corresponden a los tiempos que tarda cada una de las etapas por las que atraviesa una tarjeta que se somete a la cámara de temperatura para ejecutar el proceso ESS. La importancia de estos datos radica en que se obtuvo la brecha existente entre el tiempo teórico (según el procedimiento) y el tiempo del proceso con el método actual.

Es importante mencionar que los tiempos que se ven afectados son los tiempos de espera para estabilización de las temperaturas, y esto se da porque la persona responsable puede alejarse de la cámara y regresar en un tiempo mucho más tarde de lo que en realidad se necesita para alcanzar la estabilización de la temperatura.

La ingeniera ejecutora del proyecto fue la encargada de recolectar dicha información de tiempos en conjunto con los técnicos de reparación del área. El resultado de este estudio puede observarse en el anexo 4.

4.1.1 Proceso general de reparación de tarjetas defectuosas.

Una vez que un cliente reporta un fallo en alguno de sus instrumentos, lo hace por medio del Global Customer Support (GCS), quienes son los encargados de atender al cliente para recolectar la información respectiva y así abrir el caso. Una vez concluida esta etapa, el cliente procede a enviar la tarjeta a una localidad de Teradyne para que ésta sea reparada.

Si la tarjeta es alguna de las que se reparan en Teradyne de Costa Rica, y específicamente pertenece a alguna de las familias de tarjetas que trata el grupo STG, entonces se inicia el proceso de reparación respectivo.

En la figura 11 se puede observar el diagrama de flujo del proceso que involucra el reporte de una tarjeta defectuosa por parte del cliente y su retorno al centro de reparación, así como los pasos respectivos para su tratamiento. La explicación del diagrama de flujo se dará a continuación.

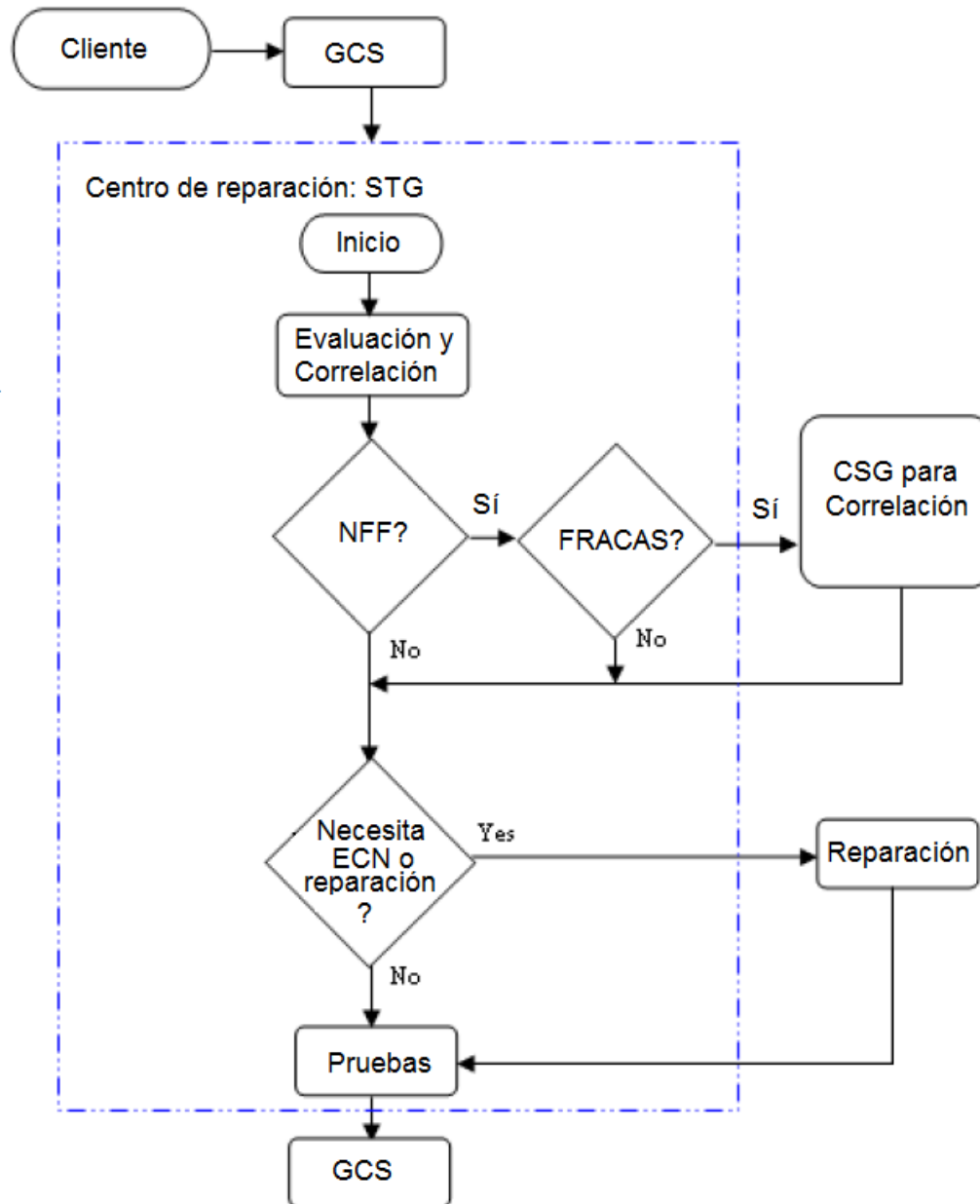


Figura 11 Diagrama de flujo del proceso de retorno de una tarjeta defectuosa y su tratamiento en el centro de reparación.

Fuente: Teradyne, 2015

Pasos del proceso de retorno de una tarjeta defectuosa y tratamiento en el centro de reparación.

A. Evaluación y Correlación:

A.1. Se recolecta la información de los fallos reportados por el cliente, los cuales pueden ser los resultados de las pruebas en el sitio de éste, o notas que vienen en conjunto con la tarjeta defectuosa.

A.2. Se ejecutan las pruebas correspondientes a la tarjeta y se trata de replicar el fallo reportado por el cliente.

A.3. Si la tarjeta falla o si se es capaz de duplicar el problema entonces se dirige hacia el paso C. Necesita ECN o reparación.

A.4. Se ejecutan todas las pruebas funcionales y de calibración respectivas.

A.5. Se ejecuta el proceso de la cámara de estrés si fuera el caso.

A.6. Si alguno de los pasos pertenecientes al apartado “A” falla, entonces pasar al apartado “C”.

B. NFF?: NFF significa que la tarjeta pasa adecuadamente las pruebas (sin fallos encontrados) y técnicamente se considera “buena” porque se desempeña bien en el centro de reparación.

B.1. FRACAS: Esta es una base de datos en donde el técnico encargado de la reparación ingresa la información de la tarjeta (número de parte, número de serie, fallo, datos de la reparación actual, etc). Con esto se pretende formar un historial de la tarjeta para poder referirse a éste en caso de que la tarjeta vuelva en algún futuro. Si la tarjeta ya ha venido a ser reparada previamente entonces se sigue con la parte de correlación para investigar las causas del fallo (esto puede implicar enviar la tarjeta de nuevo al sitio del cliente para hacer nuevamente el proceso de prueba allá). Si no ha sido reparada previamente entonces se procede a la fase de ECN y/o reparación.

C. Necesita ECN o reparación: Cuando se refiere al proceso de ECN (Engineering Change Notice) esto significa que es necesario aplicar

cambios a la tarjeta (añadir más componentes o quitar algunos) para añadir alguna funcionalidad o corregir problemas de diseño.

C.1. Primero se necesita determinar si la tarjeta requiere ser actualizada, es decir, si uno o más cambios deben ser implementados por medio de ECNs. Si es así, entonces se realiza el cambio en la tarjeta y se somete a prueba posteriormente para verificar que funciona correctamente con la actualización.

C.2. Si además se requiere de reparación, entonces se procede a salvar un set de datos significativo que demuestre el fallo encontrado. Dicho archivo será guardado en formato “.txt” incluyendo el número de serie de la tarjeta

C.3. Se procede a realizar el proceso normal de reparación, es decir, empezar a depurar, cambiar componentes, entre otras tareas propias de esta etapa.

D. Pruebas.

D.1. Se procede a ejecutar toda la serie de pruebas funcionales y de calibración respectivas para la tarjeta en cuestión de acuerdo a lo que especifica su procedimiento de reparación. Este es el proceso que se explica en la sección 4.1.2 a continuación.

4.1.2 Proceso de ejecución de pruebas funcionales y calibración.

Una vez que una tarjeta electrónica está lista para ser sometida a la fase de ejecución de pruebas funcionales y de calibración se necesita seguir los pasos que se encuentran en su procedimiento oficial respectivo para su reparación.

Cada procedimiento es específico para cada tarjeta electrónica, y debido a que es una cantidad considerable de números de parte a tratar en este documento, se procederá a mostrar un diagrama de flujo general aplicable a todas las tarjetas. Es necesario advertir que cada uno de los pasos dentro del diagrama de flujo puede

implicar ciertas variaciones de acuerdo al documento oficial de cada instrumento a tratar. El diagrama general de este proceso se puede observar en la figura 12.

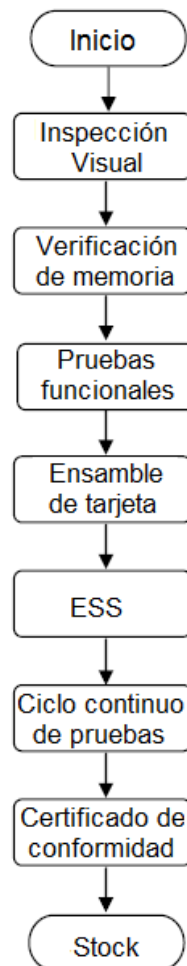


Figura 12 Diagrama de flujo general del proceso de ejecución de pruebas funcionales y de calibración.

Fuente: Teradyne, 2015

Pasos del flujo general del proceso de ejecución de pruebas funcionales y de calibración.

A. Inspección Visual: En este paso se verifica que la tarjeta esté identificada apropiadamente (etiquetas en buen estado). Además se inspecciona el estado en que fue recibido el instrumento (buscar daños como componentes quebrados, desoldados o desaparecidos).

- B. Verificación de la memoria:** Es necesario verificar los datos que trae la memoria del instrumento. Aquí se busca el número de serie, la revisión, el tipo de tarjeta y sus módulos, entre otros datos.
- C. Pruebas funcionales:** Es en este paso en donde se ejecuta el programa de prueba de la tarjeta respectiva. Nótese aquí que dependiendo de la tarjeta de la que se trate se puede necesitar la ejecución de rutinas de calibración, pero como se mencionó anteriormente, es algo muy específico en cada instrumento a tratar y por eso es requerido referirse al procedimiento de prueba oficial respectivo.
- D. Ensamble de la tarjeta:** Una vez que la tarjeta ha sido reparada y ha terminado la ejecución de las pruebas funcionales correctamente se procede al ensamble del instrumento, previo a ser colocado dentro de la cámara de temperatura para las pruebas de estrés.
- E. ESS:** En esta etapa, la cual será descrita a detalle en la próxima sección, es donde se ejecutan las pruebas funcionales pero a distintas temperaturas dentro de una cámara de estrés.
- F. Ciclo continuo de pruebas:** Una vez que las pruebas de ESS han terminado se procede a ejecutar un ciclo de pruebas continuo en condiciones normales para verificar nuevamente la funcionalidad de la tarjeta.
- G. Almacenamiento en el inventario:** La parte del stock o almacenamiento ocurre cuando el instrumento es declarado como reparado. De esta manera se guarda en el inventario y ahí espera hasta que el equipo de logística lo envíe de regreso al cliente.

4.1.3 Procedimiento de ejecución de pruebas de estrés ambiental a distintas temperaturas (ESS).

La etapa de pruebas de estrés ambiental a distintas temperaturas se da una vez que el técnico ha reparado la tarjeta, es decir, tras diagnosticarla y aplicarle una serie de cambios a ésta, el instrumento responde normalmente y se ha erradicado el fallo original. El diagrama de flujo del proceso se encuentra a continuación en la figura 13.

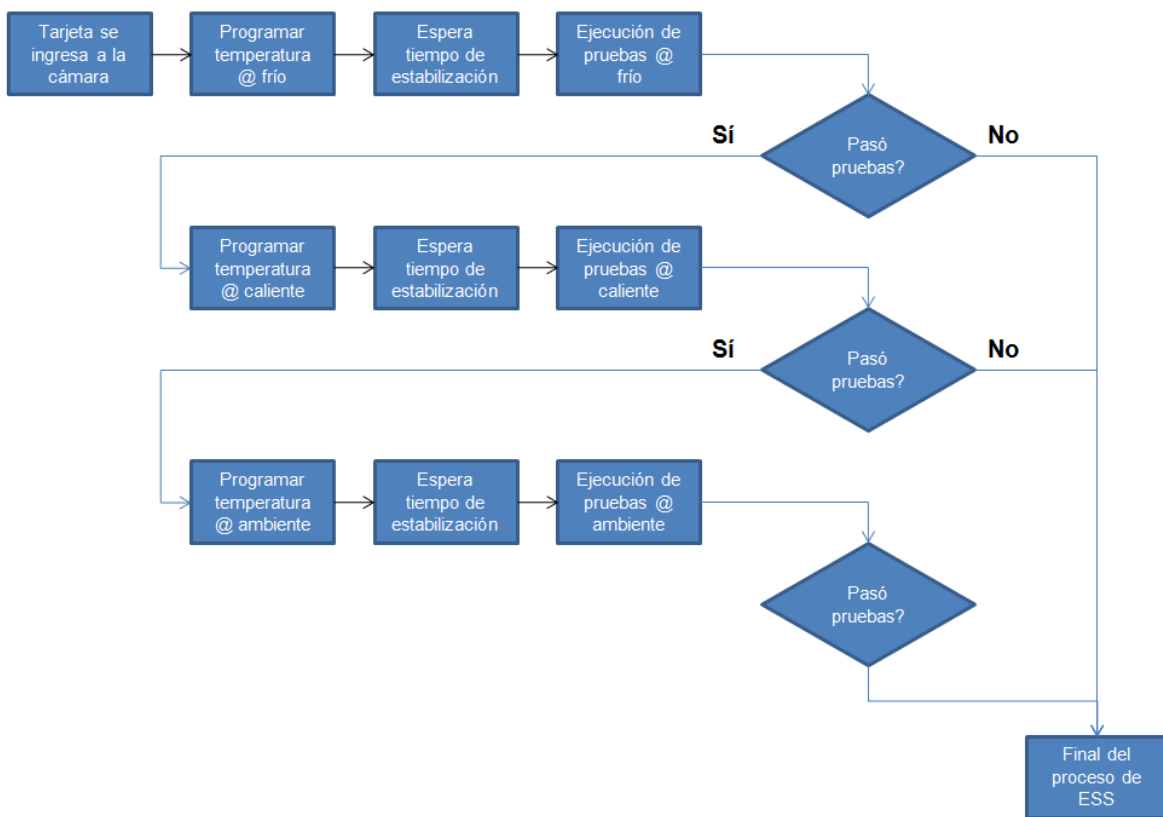


Figura 13 Diagrama de flujo de pruebas de estrés de temperatura.

Fuente: Granados basado en Teradyne, 2015

Como puede observarse en la figura anterior, básicamente el proceso de ESS se inicia una vez que la tarjeta ha sido ingresada en la cámara. Para este efecto, el técnico encargado instala la tarjeta en el chasis que se encuentra en el interior de

la cámara de temperatura (éste es el que le provee todas las señales desde el sistema probador que está en el exterior). Una vez instalada en el chasis, se procede a cerrar la puerta de la cámara y se programa los parámetros necesarios de acuerdo a como están establecidos en el procedimiento de prueba oficial de la tarjeta en cuestión, en este caso: la rampa de temperatura (tasa de cambio de la temperatura con respecto al tiempo); la temperatura respectiva y el tiempo de estabilización para asegurarse que se encuentra en la temperatura deseada. Posteriormente debe seleccionar las pruebas a ejecutar.

Como puede verse del diagrama, el orden de las temperaturas es frío, caliente y ambiente, y esto quiere decir que el proceso de programar los parámetros debe hacerse dos veces más, por lo cual requiere la atención de la persona encargada. La razón se debe a que, en frío la tarjeta se humedece, por lo tanto lo adecuado es continuar con el proceso en caliente para que de esta forma la tarjeta se seque. Por último se corre el proceso en temperatura ambiente para que así una vez que éste haya finalizado y sea el momento de exponer la tarjeta al exterior nuevamente, la persona no sufra ningún accidente por temperaturas extremas y para no estresar otra vez al instrumento.

Si en algún punto de la pruebas ESS se presenta un fallo, por ejemplo, las pruebas en frío o en caliente no pasaron completamente, entonces se pone un fin al proceso, porque eso significa que la tarjeta continúa defectuosa, a pesar de que las pruebas anteriores a temperatura ambiente no reflejaban dicho fallo.

Según sea el tipo de tarjeta de la cual se trate, así serán sus parámetros respectivos a programar en la cámara de temperatura, de acuerdo a como aparecen en el cuadro 8 a continuación.

Cuadro 8. Parámetros a programarse en la cámara de temperatura según el tipo de producto.

<i>Familia</i>	<i>Producto</i>	<i>Rampa de temperatura</i>	<i>Tiempo de estabilización</i>	<i>Temperatura del perfil en frío</i>	<i>Temperatura del perfil en caliente</i>	<i>Prueba adicional</i>	<i>Temperatura de finalización del perfil</i>
AI760 Series	AI-76X	20C/min	20min	-5C	+50C	No Aplica	+25C
DI series	DI Series Gen 0	5C/min	20min	-2C	+52C	-20C	+23C
	DI Series Gen 1	5C/min	20min	-12C	+45C	No Aplica	+25C
	DI Series Gen 1	5C/min	20min	-2C	+52C	-20C	+23C
	DI Series Gen 2	5C/min	20min	-2C	+52C	-20C	+23C
	DI-Series Gen 1 Utility	5C/min	20min	-2C	+52C	-20C	+23C
	DI-Series Gen 2 Utility	5C/min	20min	-2C	+52C	-20C	+23C

Fuente: Granados, 2015

Todos los pasos descritos hasta el momento se realizan bajo un estándar de ISO 9001, en donde todos los procedimientos deben ser localizados en una base de datos corporativa, y en donde el almacenamiento de la evidencia requerida para efectos de la reparación de cada una de las tarjetas es una obligación por parte de cada una de las personas involucradas en el proceso, ya sea técnicos o ingenieros, con el fin de mantener la trazabilidad en la reparación.

Como ya se mencionó en la sección de la problemática, el tiempo es un factor clave, ya que se está perdiendo en promedio 1.5 horas por tarjeta, ya que el proceso debe aguardar hasta que el encargado llegue y haga el cambio manual de parámetros y seleccione las pruebas. Esto sin contar otras pérdidas de tiempo que se dan por la equivocación en alguna de las partes del procedimiento, como por ejemplo, olvidar el salvar los datos, elegir las pruebas incorrectas, etc, que al final impacta ya que el proceso tiene que repetirse en alguno de sus puntos.

4.2 Plan de Gestión del Alcance.

Esta etapa de la planeación del proyecto es particularmente importante porque su intención es definir qué se incluye y qué queda excluido en el proyecto. Como lo menciona Lledó (2013) “(...) para asegurarnos que todo el trabajo se lleve a cabo, y sólo ese trabajo se lleve a cabo”.

A continuación serán detallados en cada una de las secciones los cuatro procesos que conforman el grupo de la planificación para el área de conocimiento del alcance.

- Planificar la Gestión del Alcance.
- Recopilar requisitos.
- Definir el Alcance.
- Crear la EDT/WBS.

4.2.1 Planificar la Gestión del Alcance.

Para efectos de la planificación, se inicia con la definición del alcance y de cómo será desarrollado el proyecto. Para llevar a cabo esta fase se necesita del análisis de información, que constituyen las entradas de este proceso de planificación. La información a considerar proviene de las siguientes fuentes:

a. Acta de constitución del proyecto

Con este documento se inicia formalmente el proyecto. PMI (2013) afirma que “Documenta las necesidades del negocio, los supuestos, las restricciones, el conocimiento de las necesidades y requisitos de alto nivel del cliente y el nuevo producto, servicio o resultado que el proyecto debe proporcionar, (...)”.

El acta de constitución del proyecto ESS: “Automatización de pruebas con la cámara de estrés de temperatura para tarjetas electrónicas de Teradyne Costa Rica”, se puede encontrar a continuación en el cuadro 9:

Cuadro 9. Acta del Proyecto

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha	Nombre de Proyecto
16 de noviembre de 2015	AUTOMATIZACIÓN DE PRUEBAS CON LA CÁMARA DE ESTRÉS DE TEMPERATURA PARA TARJETAS ELECTRÓNICAS DE TERADYNE COSTA RICA.
Áreas de conocimiento / procesos:	Área de aplicación (Sector / Actividad):
Grupos de Procesos: Grupo de Procesos de Inicio y Planificación. Áreas de Conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costos, Calidad, Riesgos.	Electrónica
Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
15 de febrero de 2016	27 de julio de 2016
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general Implementar un proceso automatizado de pruebas con la cámara de estrés de temperatura para tarjetas electrónicas de Teradyne Costa Rica (Departamento STG) con el fin de reducir los tiempos muertos que se presentan en el procedimiento actual. Las familias de tarjetas cuyo proceso será automatizado son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DI Series. • AI-760 Series. <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar la situación del proceso actual con el fin de entender los recursos necesarios, lenguajes de programación, requerimientos técnicos y necesidades de las facilidades de la empresa para la puesta en marcha de la futura solución. 2. Crear el módulo de software que permita la comunicación entre la computadora, la cámara de temperatura y el chasis VXI para lograr la ejecución automática de pruebas desde la PC sin necesidad de manipular la cámara ni el chasis. 3. Programar los módulos de software de los perfiles de temperatura correspondientes a cada una de las tarjetas a probar, con el fin de lograr la transición automática de temperaturas y la ejecución de las pruebas funcionales respectivas según la tarjeta de interés. 4. Crear la interfaz de usuario que permita la ejecución automática de las pruebas para todas las temperaturas que facilite los requerimientos de prueba de la tarjeta deseada. 5. Programar el módulo de alerta al usuario en caso de que suceda un error de ejecución o que advierta sobre la finalización del procedimiento de prueba con el fin de reanudar el proceso de prueba vigente o de ingresar otra tarjeta al sistema e iniciar un nuevo procedimiento. 6. Crear un plan de validación con el fin de definir los pasos a seguir para la comprobación de la funcionalidad de la automatización de las pruebas sobre cada una de las tarjetas de interés, y adjuntar sus respectivos resultados. 7. Elaborar la documentación del proyecto (manual de usuario para la ejecución de pruebas según la tarjeta y manual con la documentación del código e instalación) con la finalidad de que el usuario conozca cómo ejecutar la aplicación y en caso de hacer mejoras al proceso de 	

automatización.

8. Brindar capacitación a los usuarios de la aplicación para una mejor y más rápida familiarización con el nuevo proceso automatizado.

Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)

El problema actual que se presenta en el área STG de Teradyne corresponde al procedimiento de ejecución de pruebas en la cámara de estrés de temperatura. Dicho proceso es el último que se ejecuta, y su intención es poner a prueba una vez más a las tarjetas que ya han sido reparadas, para encontrar fallos potenciales cuando se ejecutan las mismas pruebas funcionales pero bajo condiciones de operación extremas. Con esto se intenta verificar por última vez la funcionalidad de la tarjeta para garantizar su correcta operación.

Dicha problemática radica en los tiempos muertos que se producen como resultado de que la secuencia de todo el procedimiento sea completamente manual. Es decir, el técnico especializado en la reparación de la tarjeta de interés es el encargado de someterla a dichas pruebas de estrés ambiental, seleccionar la temperatura correspondiente ya sea: frío, caliente o ambiente, y para cada una de estas temperaturas escoge las pruebas respectivas a ejecutar.

Lo anterior significa que tiene que estar pendiente para hacer la transición de temperatura después de transcurrido un tiempo y continuar con la respectiva ejecución de las pruebas. Todo lo anterior lo hace manipulando tanto la computadora como la cámara, y dado que el proceso se divide en etapas con diferentes duraciones se hace muy común la pérdida de tiempo entre la transición de una etapa a la otra.

Como parte de este proceso descrito anteriormente se ha encontrado un foco de ineficiencia que consiste en la pérdida de tiempo que ocasiona que la persona esté alerta de la ejecución de dichas pruebas, aun cuando está en medio del proceso de reparación de otra tarjeta o realizando otra de sus tareas habituales.

Con este proyecto lo que se pretende es automatizar las pruebas de estrés ambiental para las familias de tarjetas especificadas anteriormente, lo cual permita que una vez que la tarjeta haya entrado a la cámara, todos los perfiles de temperatura sean ejecutados de forma automática con su respectivo conjunto de pruebas funcionales. Por esta razón los beneficios son variados y se detallan a continuación:

- El técnico especialista puede enfocarse en la reparación de otra tarjeta o en realizar cualquier otra de sus tareas, sin preocuparse de las múltiples interrupciones que genera el ir hasta la cámara a monitorear el avance.
- Se ahorrará tiempo porque se evitará las pausas repentinas ocasionadas por errores de ejecución, ya que el programa alertará sobre cualquier eventualidad.
- Se evita el error humano en la selección de los parámetros de prueba para cada una de las tarjetas.

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto

El producto final consistirá en un programa de software y sus correspondientes conexiones del hardware existente (comunicación entre la PC, el chasis VXI y la cámara de temperatura) que automatizarán el proceso actual de pruebas de estrés ambiental.

Dicho producto final será conformado por los siguientes entregables:


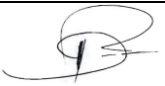
1. Documento que contiene el análisis de la situación actual que especifique:

- a. Recursos necesarios para implementar la solución.
- b. Lenguajes de programación y software requerido (con el fin de prever el tema de las licencias).
- c. Requerimientos técnicos y de facilidades de la empresa con el fin de coordinar trabajos.

<p>2. Programa de Software consiste de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Módulo de comunicación que enlace la computadora, el chasis VXI y la cámara de temperatura. b. Módulo que se encargue de la operación del chasis VXI a fin de que el usuario no tenga que manipularlo directamente. c. Módulos de los perfiles de temperatura (específicos para cada una de las tarjetas pertenecientes a cada una de las familias mencionadas anteriormente en el objetivo general) que por medio del envío de comandos a la cámara logre la transición automática de temperaturas y ejecute las pruebas funcionales correspondientes (específicas por tarjeta). d. Interfaz de usuario que permita al técnico de selección de la tarjeta a la cual se le ejecutará el proceso automático de pruebas a las diferentes temperaturas. e. Módulo de alerta al usuario para: error de ejecución o finalización del procedimiento de prueba. <p>3. Documento de plan de validación:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Sección de definición de los pasos a ejecutar por cada familia de tarjeta. b. Sección de resultados de las pruebas de validación. c. Sección de análisis de los resultados. <p>4. Documentación del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Manual de usuario. b. Documentación del código fuente de la aplicación y de la instalación respectiva. <p>5. Capacitación de usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Plan de entrenamiento. b. Sesiones de entrenamiento.

<p>Supuestos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con el apoyo y el criterio experto de los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales, cuya oficina se encuentra en North Reading, MA, USA. • Se tiene acceso total a la información correspondiente de las diferentes familias de tarjetas electrónicas.
<p>Restricciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • La disponibilidad de la cámara de estrés de temperatura es limitada para el desarrollo y verificación de la nueva solución, como consecuencia de la demanda de ésta por parte del Centro de Reparación. • Desconocimiento de la plataforma de software sobre la cual están desarrolladas las pruebas funcionales que actualmente son ejecutadas en las tarjetas.
<p>Identificación riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales originales no apoyan el proyecto puede verse obstaculizado el desarrollo del mismo ya que no se contará con la información relevante y el soporte técnico necesario para agilizar el proceso de desarrollo e implementación de la automatización, afectando la calidad del proyecto. • Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales originales no disponen del tiempo suficiente para atender consultas o brindar soporte puede verse retrasado el proceso de desarrollo e implementación del proyecto de automatización, afectando el cronograma del proyecto. • Si existe un pico de tarjetas por reparar y entregar en un tiempo especificado puede verse imposibilitado el uso de la cámara de estrés de temperatura para efectos de desarrollo del proyecto. • Si durante el desarrollo del proyecto alguno de los interesados solicita algún cambio, el cronograma puede verse impactado negativamente ocasionando retrasos en la entrega del producto final. • Si la cámaras de temperatura se dañan, la implementación del proyecto puede verse impactada durante el tiempo que las cámaras tarden en repararse.

Presupuesto		
Recurso	Cantidad/Esfuerzo	Costo
Humanos		
• Ingeniera ejecutora	1000 horas hombre (\$10/hora)	\$10,000
• Director de Proyecto	85 horas hombre (\$15/hora)	\$3,000
Materiales		
• Dispositivo de alerta	1	\$1,000
Total Presupuesto		\$14,000
Principales hitos y fechas		
Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Documento con análisis de situación actual	15-02-16	24-02-16
Creación de módulo de comunicación y chasis VXI	25-02-16	10-03-16
Creación de módulo de perfiles de temperatura.	11-03-16	11-04-16
Creación de interfaz de usuario.	12-04-16	26-05-16
Creación de módulo de alerta.	27-05-16	17-06-16
Elaboración de plan de validación.	20-06-16	04-07-16
Elaboración de documentación del proyecto.	05-07-16	19-07-16
Capacitación de usuarios	20-07-16	29-07-16

Información histórica relevante	
<p>Nombre de la compañía: Teradyne de Costa Rica. Unidad de negocio en donde se llevará a cabo el proyecto: Departamento de STG del centro de reparación de tarjetas electrónicas de Teradyne de Costa Rica. Área: Electrónica.</p> <p>El departamento STG ha crecido en el nivel de operaciones que desarrolla en los últimos cinco años. En este periodo de tiempo se ha presenciado la transferencia del proceso de reparación de diferentes familias de productos, en donde se ha evidenciado un incremento importante en el tiempo de ejecución de las pruebas funcionales en las tarjetas más nuevas (procesos que pueden durar más de trece horas en comparación con productos más antiguos en donde se utilizan alrededor de seis horas).</p> <p>Dado el hecho anterior, y en búsqueda de la mejora continua de procesos dentro del área de STG es que se ha incursionado en la realización de proyectos cuya finalidad es proveer una mayor eficiencia en el uso de los recursos tanto humanos como de maquinaria.</p> <p>En este caso en particular, el área de STG ha determinado que una debilidad en sus procesos es precisamente los cuellos de botella que se generan hacia el final de proceso de reparación de las tarjetas. Es decir, que después de reparadas, las tarjetas tienen que esperar largos tiempos antes de ser sometidas a las pruebas de estrés ambiental. Con esto, el proyecto actual que implementará un proceso automatizado tendrá como fin combatir estos tiempos de espera en procura de un mayor rendimiento.</p> <p>Sumado a esto se cuenta con la aplicación de conocimientos en Administración de Proyectos, lo cual ha ido adquiriendo especial importancia para la compañía en cuanto al desarrollo de sus soluciones, con lo cual se está incentivando esta cultura a nivel empresarial. De esta manera, la Gerencia se ha visto mayormente comprometida en el apoyo de la realización de proyectos bajo un marco de dirección más organizado, en donde se elaboren planes de gestión siguiendo reglas básicas del PMI y tomando ventaja de otros estándares, para garantizar el éxito en los proyectos en los que se incursiona.</p>	
Identificación de grupos de interés (involucrados)	
<p>Involucrados Directos: Supervisor del Área de STG de Teradyne de Costa Rica (Patrocinador). Equipo de Proyecto (liderado por Ingeniera de Pruebas del área). Técnicos especialistas en la reparación de las tarjetas.</p> <p>Involucrados Indirectos: Clientes dueños de las tarjetas electrónicas. Ingenieros de Desarrollo de Pruebas en Teradyne, North Reading.</p>	
Director de proyecto: Mariseth Vanessa Granados Solano	Firma: 
Autorización de: Evelyn Hernández Rojas (Profesor Tutor)	Firma: 

Fuente: Granados con base en Teradyne, 2015.

b. Activos de los procesos de la organización

Parte fundamental de este plan de proyecto proviene de los activos de los procesos de la organización, y la razón es que éstos contienen los procedimientos que deben seguirse para ejecutar el proyecto de acuerdo a los estándares requeridos con el fin de mantener la calidad esperada por los clientes. Estos procedimientos son los que establecen cómo deben ejecutarse las pruebas funcionales de las tarjetas electrónicas que serán reparadas, y están claramente definidos, numerados y mantenidos por la organización en una base de datos accesible por los encargados del proceso, con lo cual se mantiene una práctica regulada al momento de reparar y probar las tarjetas. A continuación se presenta los procedimientos que constituyen la referencia para el desarrollo exitoso de este proyecto en cuestión:

Cuadro 10. Procedimientos de prueba oficiales de la compañía asociados a cada uno de los productos a incluir en el proyecto.

Familia	Producto	Procedimiento de prueba
AI760 Series	AI-76X	TET-077-16
	10/0	
	20/0	
	10/1	
	20/1	
DI Series	DI Series Gen 0	TET-095-00
	41	
	42	
	DI Series Gen 1	TET-076-20/ TET-096-00
	01/25	
	00/25	
	01/50	
	02/50	
	62/50	
	30/50	
	DI Series Gen 2	TET-097-00/ TET-098-00
	11/25	
	12/25	
	21/25	

	20/50	
	22/25	
	24/25	
	11/50	
	12/50	
	21/50	
	22/50	
	35/50	
	33/25	
	31/50	
	34/50	
	21/50	
	33/50	
	36/50	

Fuente: Granados con base en Teradyne, 2015.

c. Factores ambientales de la empresa

Otro aspecto que se toma en cuenta para el desarrollo del plan de proyecto es el relacionado con las condiciones actuales que se imponen en la empresa, y que están fuera del control del equipo del proyecto, por lo tanto se obtiene una influencia y restricción en el desarrollo del mismo.

Por ejemplo, factores a tomar en cuenta para el desarrollo del plan son los estándares de calidad en la reparación de tarjetas (políticas de calidad del producto), el registro de horas trabajadas, los canales de comunicación que están ya establecidos en la compañía.

De la misma manera se disponen de técnicas y herramientas para la recolección de la información necesaria en el proceso. En este caso es de especial importancia el aporte del conocimiento por parte de los profesionales involucrados en el proceso de reparación de las tarjetas (técnicos e ingenieros del área). Dicha información se obtiene mediante visitas al lugar en donde se lleva a cabo el proceso de reparación para entender mejor el contexto en el que se trabaja. Por su parte, las reuniones formales también constituyen una vía para canalizar y plasmar todos los datos requeridos y los que serán pactados. En este caso, a la reunión para la definición del alcance atienden los expertos en el área técnica, así como el patrocinador y el director del proyecto.

Como salidas de este plan de gestión del alcance se tienen dos: el plan de gestión del alcance y el plan de gestión de los requisitos.

4.2.2 Recopilar Requisitos.

Todas las familias de tarjetas electrónicas deben cumplir estrictamente todo lo mencionado en cada uno de sus respectivos procedimientos oficiales. Es responsabilidad de cada uno de los técnicos encargados seguir a cabalidad todos los pasos expuestos en cada uno de los procedimientos, ya que esto es una exigencia corporativa para garantizar la calidad del producto que se entrega de vuelta al cliente y que sigue las normas ISO 9001.

Entre las disposiciones que deben ser respetadas con respecto a la fase de pruebas en la cámara de estrés de temperatura para cada uno de los productos reparados se encuentran los tiempos de espera para estabilización de temperaturas, también se debe asegurar que los instrumentos estén ensamblados antes de ser sometidos a la cámara, entre otros requerimientos específicos que aparecen dentro del documento de pruebas.

4.2.2.1. Matriz de Trazabilidad de Requisitos

PMI (2013) afirma: “La matriz de trazabilidad de requisitos es un cuadro que vincula los requisitos del producto desde su origen hasta los entregables que los satisfacen” (p. 118). Esto agrega múltiples ventajas como lo son:

Aseguramiento del valor que otorga cada requisito.

Facilita el seguimiento en el cumplimiento de los objetivos a lo largo del proyecto.

La matriz de trazabilidad de requisitos para este proyecto se encuentra en el cuadro 11 a continuación:

Cuadro 11. Matriz de Trazabilidad de Requisitos.

ID	Requisito	Descripción	Solicitado por	Fecha	Objetivo	Entregables	Prioridad	Criterio de aceptación	Estado: Aprobado Cancelado Terminado
1. Análisis de la situación actual									
1.1	Situación actual y requerimientos técnicos	Estudio de necesidades a satisfacer para la implementación de la solución.	Patrocinador	23-11-15	Analizar la situación del proceso actual con el fin de entender los recursos necesarios.	Documento completo.	Alta	Documento que contenga la siguiente información: recursos necesarios, lenguajes de programación, facilidades (cables, conexiones, etc)	Aprobado
2. Software									
2.1	Comunicación	Computadora, chasis VXI y cámara de temperatura deben estar enlazados.	Ingeniera ejecutora	23-11-15	Creación de módulo de comunicación.	Módulo de software con la implementación de la funcionalidad solicitada.	Alta	La manipulación de los parámetros de la cámara (selección de temperatura, tasa de cambio de temperatura y tiempos de estabilización) deben realizarse por medio de comandos enviados desde la PC y no hacerlo directamente en el monitor de la cámara.	Aprobado
2.2	Bloqueo de pantalla de la cámara de estrés	Durante la ejecución de las pruebas la pantalla de la cámara de estrés deberá mantenerse bloqueada para evitar que se altere el flujo del proceso.	Patrocinador	23-11-15	Creación de módulo de comunicación.	Sub-Módulo de software con la implementación de la funcionalidad solicitada.	Alta	Pantalla de la cámara no deberá ser capaz de responder a la manipulación física del usuario, y por el contrario solo podrá ser controlada por el envío de comandos desde el computador.	Aprobado
2.3	Operación del chasis VXI	Chasis VXI debe ser operado de manera remota y no físicamente.	Ingeniera ejecutora	23-11-15	Creación de módulo de operación de chasis VXI.	Módulo de software con la implementación de la funcionalidad solicitada.	Alta	El chasis VXI debe encenderse automáticamente cuando el usuario abre la aplicación.	Aprobado
2.4	Inserción de tarjetas a la cámara	Reconocimiento automático de la tarjeta insertada.	Director de Proyecto	23-11-15	Creación de módulo de operación de chasis VXI.	Sub-Módulo de software con la implementación de la funcionalidad solicitada.	Alta	La aplicación debe reconocer automáticamente el tipo de tarjeta (número de parte oficial del producto) insertada en el chasis que se encuentra dentro de la cámara de temperatura.	Aprobado

2.5	Interfaz de usuario	Interfaz gráfica para el ingreso de datos y monitoreo de la etapa actual en que se encuentra el proceso de prueba.	Director de Proyecto	23-11-15	Creación de módulo de interfaz gráfica.	Módulo de software con la programación de las características deseadas para la interfaz.	Alta	<ol style="list-style-type: none"> 1. "Ingresar el número de serie". 2. "Ejecutar el proceso completo de ESS". 3. "Elegir perfil de temperatura específico". 4. "Cancelar". 5. "Salir de la aplicación". 6. Alertar al usuario sobre acciones requeridas antes o después de correr cada prueba por medio de ventanas emergentes. Por ejemplo: "Por favor recuerde que el instrumento debe estar ensamblado y con los módulos externos instalados durante el desarrollo de la prueba" 7. Contendrá el logo de Teradyne y una vez activa debe mostrar en pantalla el tipo de tarjeta que se está verificando en ese momento, la etapa actual en la que se encuentra, el número de procedimiento respectivo de la tarjeta y el tiempo transcurrido dentro de la etapa actual. 	Aprobado
2.6	Perfiles de temperatura	Transición automática de temperaturas de acuerdo al producto.	Patrocinador	23-11-15	Creación de módulo de perfiles de temperatura.	Módulo de software con la implementación de la funcionalidad solicitada.	Alta	<p>El módulo de perfiles de temperatura debe contar con las siguientes funcionalidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perfil individual por cada tipo de producto con su respectiva temperatura, rampa de estabilización y tiempo de espera. 2. Ejecutar las pruebas funcionales de acuerdo al producto seleccionado una vez que se ha alcanzado la temperatura objetivo. 3. Debe crear automáticamente un folder del formato "NoSerie_Fecha" para cada tarjeta ingresada y en donde se salvarán posteriormente los resultados de las pruebas. 4. Los resultados específicos de la ejecución de pruebas a cada una de las temperaturas deberá salvarse con este formato: "NoSerie_Temp.txt" en donde Temp será "Cold", "Hot" o "Amb" para frío, caliente o ambiente respectivamente. 	Aprobado

2.7	Calibración	Rutina de calibración previo a la ejecución de pruebas.	Ingeniera ejecutora	23-11-15	Creación de módulo de perfiles de temperatura.	Sub-módulo de calibración dentro de los perfiles de temperatura.	Alta	La aplicación deberá ejecutar cualquier rutina de calibración u otra prueba requerida para instrumentación externa para cumplir con cada uno de los pasos estipulados en los procedimientos oficiales de prueba de cada una de las tarjetas electrónicas a someter a ESS.	Aprobado
2.8	Alertas al usuario	Alertas al usuario por: error de ejecución o finalización del procedimiento de prueba.	Patrocinador	23-11-15	Creación de módulo de alerta al usuario.	Módulo de software con la programación de los eventos de alerta para el usuario.	Alta	La aplicación debe alertar al usuario sobre cualquier eventualidad por medio de un dispositivo electrónico que vibrará y emitirá luz conocido como "pager" y el cual el usuario debe portar en todo momento. Dichas alertas se harán en caso de: - Si ha ocurrido un error en tiempo de ejecución. - Si ha ocurrido un fallo en las pruebas funcionales. - Si el proceso ha finalizado.	Aprobado
3. Plan de validación									
3.1	Proceso de validación	Documento que contiene plan de validación para el proyecto.	Patrocinador	23-11-15	Creación de plan de validación.	Documento completo.	Alta	El documento debe contener la siguiente información: - Sección de definición de los pasos a ejecutar por cada familia de tarjeta. - Sección de resultados de las pruebas de validación. - Sección de análisis de los resultados.	Aprobado

4. Documentación del proyecto									
4.1	Manual de usuario	Documento que contiene las instrucciones de cómo utilizar la aplicación para cumplir con el proceso de ESS para las tarjetas reparadas.	Patrocinador	23-11-15	Creación de documentación del proyecto.	Documento completo.	Alta	El documento debe contener la siguiente información: - Explicación paso a paso de cada una de las acciones para utilizar la aplicación. - Los pasos a ejecutar para la instalación exitosa del software. - Los pasos a ejecutar para la solución de problemas técnicos (por ejemplo, qué hacer si no hay conexión entre la PC y la cámara de temperatura).	Aprobado
4.2	Documentación del código fuente	Documento que contiene los comentarios del código fuente para referencia en caso de mejoras futuras a la aplicación.	Patrocinador	23-11-15	Creación de documentación del proyecto.	Documento completo.	Alta	El documento debe contener la siguiente información: Explicación de cada una de las funciones programadas: argumentos que recibe y el tipo de éstos y resultados esperados.	Aprobado
5. Capacitación									
5.1	Plan de entrenamiento	Temas para la capacitación y sesiones de entrenamiento.	Patrocinador	23-11-15	Creación del plan de capacitación.	Documento completo y cronograma propuesto.	Alta	El documento debe contener la siguiente información: - Programa completo de capacitación (colocar el tiempo destinado por tema a discutir). - Lista de asistentes a la capacitación. - Calendario de las sesiones a llevar a cabo.	Aprobado

Fuente: Granados, 2016.

4.2.3 Definir el Alcance.

Cuando se define el alcance de un proyecto, se ofrece un nivel mayor de detalle para éste y para el producto a entregar.

“La preparación de un enunciado detallado del alcance del proyecto es fundamental para el éxito del proyecto, y se elabora a partir de los entregables principales, los supuestos y las restricciones documentados durante el inicio del proyecto.” (PMI, 2013, p.121).

4.2.3.1. Enunciado del Alcance del Proyecto

El enunciado del alcance para este proyecto se encuentra en el cuadro 12 a continuación:

Cuadro 12. Enunciado del Alcance del Proyecto.

Enunciado del Alcance del Proyecto
Automatización de Pruebas con la Cámara de Estrés de Temperatura para Tarjetas Electrónicas de Teradyne Costa Rica.
<p>Descripción del Alcance del Producto:</p> <p>El alcance del proyecto delimita éste a la entrega de un Plan de Gestión para la implementación de un proceso automático de pruebas que involucra una cámara de estrés de temperatura, en el cual son sometidas las tarjetas del departamento STG de Teradyne de Costa Rica que ya han sido reparadas. Según los requisitos definidos y pactados entre los involucrados, el alcance del proyecto se ha delimitado a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveer un análisis de la situación actual y requerimientos técnicos necesarios para la implementación de la solución. • Crear de un módulo de comunicación para el enlace entre la computadora, el chasis VXI y la cámara de temperatura. • Brindar capacidad de bloqueo de pantalla para evitar la interrupción del flujo normal de pruebas, además de la capacidad de operación remota del chasis desde el computador y no física. • Proveer reconocimiento automático del tipo de tarjeta insertada en la cámara de temperatura. • Crear una interfaz de usuario para el ingreso de datos y monitoreo del progreso de la etapa de pruebas. • Crear un módulo de programación de los perfiles de temperatura para cada uno de los productos a tratar en el proyecto: DI Series y AI-760 Series.

- Crear un módulo de alerta al usuario para el aviso de eventos inesperados, ya sea por errores en tiempo de ejecución, fallo en las pruebas funcionales o por finalización del proceso de ESS.
- Crear plan de validación para el nuevo proceso automático.
- Crear documentación del proyecto que contenga lo siguiente: detalles de cómo utilizar la aplicación, resolución de problemas técnicos y comentarios del código fuente para futuras mejoras a la aplicación o inclusión de más productos.
- Crear plan de entrenamiento y presentar el calendario de las sesiones.

Criterios de Aceptación:

El conjunto de condiciones a cumplirse han sido definidas y acordadas entre el director de proyecto y el resto de involucrados (patrocinador, ingenieros del proceso y técnicos).

Los criterios de aceptación para cada uno de los requerimientos pueden encontrarse en la matriz de trazabilidad de requisitos del cuadro 11.

Entregables del Proyecto

- Documento de la situación actual y necesidades a satisfacer para el desarrollo y puesta en marcha del proyecto de automatización.
- Módulo de software para el control de la comunicación entre la computadora, chasis VXI y la cámara de temperatura, que incluye a su vez sub-módulo para el bloqueo de pantalla de la última.
- Módulo de software para la operación remota del chasis por medio del envío de comandos desde la computadora, que permita el reconocimiento del tipo de tarjeta insertada.
- Interfaz gráfica de usuario para el control de la aplicación.
- Módulo para la programación de los perfiles de temperatura para cada uno de los productos contemplados dentro del alcance del proyecto, que incluya un sub-módulo de rutinas de calibración previo a la ejecución de pruebas.
- Módulo de software de alerta al usuario por medio de dispositivo electrónico que emite luz y sonido ante cualquiera de las siguientes situaciones: error en tiempo de ejecución, fallo en pruebas funcionales o finalización del proceso.
- Documento con plan de validación del proyecto.
- Documentación del proyecto: manual de usuario y documentación del código fuente.
- Documento con el plan de capacitación de los usuarios.

Exclusiones del Proyecto:

- El producto M-911-00 queda excluido del alcance del proyecto, ya que no es requisito de la organización el ejecutar las pruebas a diversas

<p>temperaturas para esta tarjeta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El producto ZTec (ZTec Series) queda excluido del alcance del proyecto porque todavía se encuentra en proceso de transferencia hacia Costa Rica.
<p>Restricciones del Proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • La disponibilidad de la cámara de estrés de temperatura es limitada para el desarrollo y verificación de la nueva solución, como consecuencia de la demanda de ésta por parte del Centro de Reparación. • Desconocimiento de la plataforma de software sobre la cual están desarrolladas las pruebas funcionales que actualmente son ejecutadas en las tarjetas. • El costo del dispositivo de alerta se limita a un monto de 500 000 colones.
<p>Supuestos del Proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con el apoyo y el criterio experto de los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales, cuya oficina se encuentra en North Reading, MA, USA. • Se tiene acceso total a la información correspondiente de las diferentes familias de tarjetas electrónicas.

Fuente: Granados, 2016.

4.2.4 Crear la EDT/WBS.

Lledó (2013) dice que “El proceso de crear la estructura de desglose del trabajo (EDT) o WBS (Work Breakdown Structure), consiste en dividir al proyecto en menores componentes para facilitar la planificación del proyecto.”

El alcance total del proyecto queda contenido en la EDT y mediante ésta es que se organizan los entregables que el proyecto requiere para cumplir los objetivos. Para la creación de la EDT se recurrió a las técnicas de descomposición y juicio de expertos, con lo cual se logró obtener un mayor nivel de detalle en el trabajo a realizar. La importancia de lo anterior radica en que se facilita la estimación de costos y duraciones en las diversas actividades.

La EDT del proyecto en cuestión puede observarse en la figura 14 a continuación. Por su parte, el diccionario de la EDT se puede encontrar en el cuadro 13.

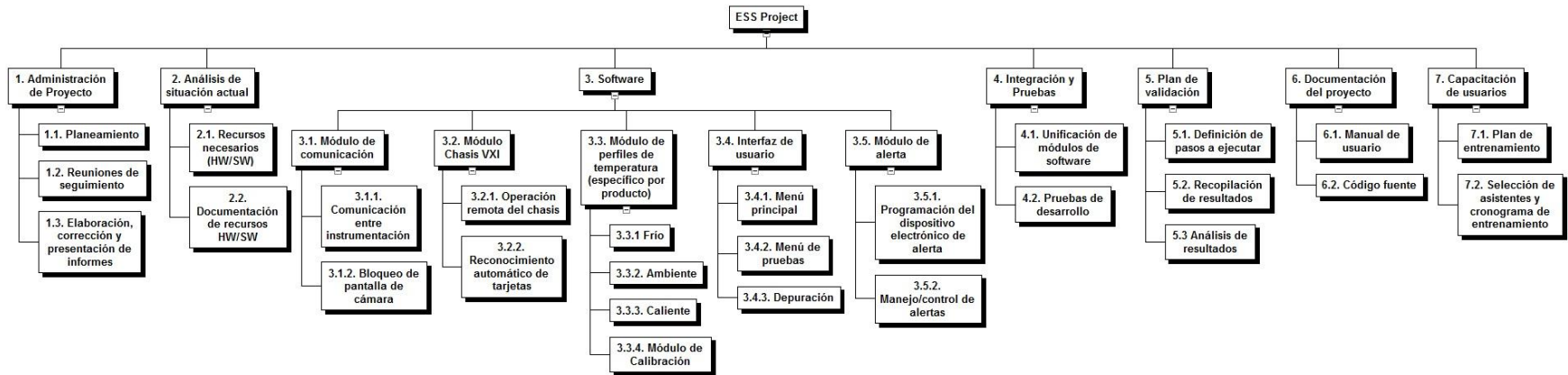


Figura 14 Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto.

Fuente: Granados, 2016

Cuadro 13. Diccionario de la EDT del Proyecto.

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación	Responsable
1.1	Planeamiento	<p>Fase de planeamiento del proyecto en donde se elabora un documento que incluye los siguientes planes de gestión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alcance • Tiempo • Costos • Riesgos • Calidad <p>Dicho documento se basa en los estándares del PMI.</p>	<p>El plan de dirección del proyecto debe contener las áreas de conocimiento acordadas y mencionadas en la descripción. La forma en que se aceptará será mediante una reunión con la ingeniera ejecutora del proyecto y el patrocinador de éste.</p>	Director de proyecto
1.2	Reuniones de seguimiento	<p>Reuniones con el equipo y demás interesados para revisar el avance de entregables y para llegar a acuerdos como parte de la administración del proyecto.</p>	<p>Como mínimo, en la reunión se debe contar con la presencia del patrocinador del proyecto y de la ingeniera ejecutora.</p>	Director de proyecto
1.3	Elaboración, corrección y presentación de informes	<p>Fase en la cual se continúa con la elaboración y corrección de los avances en la etapa de planeamiento del proyecto. Es dependiente de los acuerdos a los que se llegue por medio de las reuniones de seguimiento.</p>	<p>Los avances serán revisados tanto por el patrocinador como por la ejecutora del proyecto con el fin de que ellos acepten las condiciones de planeamiento del proyecto. Dicha aceptación se hará mediante las reuniones programadas.</p>	Director de proyecto
2.1	Recursos necesarios (HW/SW)	<p>Fase en donde se realiza un análisis de la situación actual para conocer los requerimientos básicos para implementar la solución, entre los cuales se encuentran los</p>	<p>El estudio debe contemplar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La investigación de las pruebas debe basarse en los procedimientos oficiales de prueba de las diferentes tarjetas a tratar en el proyecto. 	Ingeniera ejecutora del proyecto

		requisitos de prueba de cada tarjeta de interés, los requisitos del lugar (cableado, conexiones, espacio), licencias de software y cualquier otro detalle que se necesite.	<ul style="list-style-type: none"> Las consultas sobre las facilidades debe hacerse tanto en los documentos oficiales de la compañía así como con la asesoría del departamento de facilidades y el del Salud Laboral e Higiene Ambiental. 	
2.2	Documentación de recursos HW/SW	Etapa en donde se procede a la documentación de lo investigado en la sección anterior.	<p>Se debe entregar un documento en formato PDF que contenga la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recursos necesarios para implementar la solución. Requerimientos de prueba por cada tarjeta considerada para este proyecto. Lenguajes de programación involucrados y la necesidad de licencia de los mismos. <p>Facilidades: Espacio, cableado, conexiones, etc.</p>	Ingeniera ejecutora del proyecto
3.1	Módulo de comunicación	<p>Consiste en implementar la conexión entre el computador, el chasis y la cámara de temperatura, de manera tal que se le permita al usuario la comunicación mediante comandos desde la PC sin necesidad de manipular el chasis y la cámara directamente.</p> <p>En esta tarea se verifica que efectivamente tanto el chasis como la cámara reconocen los comandos recibidos desde el computador y a su vez responden apropiadamente a éstos.</p>	<p>Todos los comandos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> Selección de temperatura, Tasa de cambio (rampa) de temperatura, Tiempos de estabilización de la temperatura deseada Comandos propios del chasis <p>Deben ser programados y enviados directamente desde el computador y no desde la pantalla de la cámara o desde el panel del chasis.</p> <p>Por su parte, se verificará que la pantalla táctil para comunicación con la cámara de temperatura esté inactiva durante el periodo</p>	Ingeniera ejecutora del proyecto

		De igual manera se implementa una función adicional que bloquea la pantalla de la cámara para evitar que ésta sea programada desde ahí, y así evitar alteraciones en la ejecución del flujo del programa de prueba de la nueva solución implementada.	de ejecución de la solución automática para impedir que se altere el flujo del programa.	
3.2	Módulo Chasis VXi	Una vez establecida la comunicación entre el chasis y la computadora se necesita que el chasis sea controlado directamente desde esta última, para evitar al máximo que el usuario pierda tiempo interactuando con los equipos y a su vez para minimizar las posibilidades de cometer errores. Esta etapa involucra la programación del código que permita que el chasis se encienda automáticamente al momento de ejecutar la solución automatizada, y que el chasis sea capaz de reconocer el tipo de tarjeta que ha sido insertado.	El chasis debe encenderse automáticamente al momento de que el usuario abre la aplicación para que éste se encuentre listo en el instante de la ejecución de la solución automática de prueba. Asimismo, el chasis mediante la aplicación debe ser capaz de reconocer de manera automática el número de parte oficial del producto que ha sido insertado al sistema.	Ingeniera ejecutora del proyecto
3.3	Módulo de perfiles de temperatura	Módulo de programación en donde se codifica lo siguiente para cada uno de los productos a probar: <ul style="list-style-type: none"> Las rampas y pendientes de temperatura en frío, 	Para aceptar este módulo, éste de cumplir con los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> Perfil individual por cada tipo de producto con su respectiva temperatura, rampa de estabilización y tiempo de 	Ingeniera ejecutora del proyecto

		<p>ambiente y caliente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El tiempo de estabilización. • La secuencia de pruebas funcionales a ejecutar. • La manera de almacenamiento de los resultados. • Rutinas de calibración en caso de que aplique para la tarjeta en cuestión, para cumplir con lo estipulado en los procedimientos de prueba oficiales de todos los productos a cubrir en este proyecto. 	<p>espera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar las pruebas funcionales de acuerdo al producto seleccionado una vez que se ha alcanzado la temperatura objetivo. • Debe crear automáticamente un folder del formato “NoSerie_Fecha” para cada tarjeta ingresada y en donde se salvarán posteriormente los resultados de las pruebas. • Los resultados específicos de la ejecución de pruebas a cada una de las temperaturas deberá salvarse con este formato: “NoSerie_Temp.txt” en donde Temp será “Cold”, “Hot” o “Amb” para frío, caliente o ambiente respectivamente. • Si el caso aplica, ejecutar rutinas de calibración. 	
3.4	Interfaz de usuario	<p>Módulo en el que se programa la interfaz mediante la cual el usuario puede hacer uso de la aplicación. Aquí se programan las funcionalidades para el ingreso de datos por parte del usuario y a la vez se implementa la característica para monitorear la etapa actual en la que se encuentra el proceso de prueba.</p>	<p>Los campos/opciones acordados con que contará la interfaz de usuario deben ser los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Ingrese el número de serie”. • “Ejecutar el proceso completo de ESS”. • “Elegir perfil de temperatura específico”. • “Cancelar”. • “Salir de la aplicación”. • Alertar al usuario sobre acciones requeridas antes o después de correr cada prueba por medio de ventanas emergentes. Por ejemplo: “Por favor 	Ingeniera ejecutora del proyecto

			<p>recuerde que el instrumento debe estar ensamblado y con los módulos externos instalados durante el desarrollo de la prueba”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contendrá el logo de Teradyne y una vez activa debe mostrar en pantalla el tipo de tarjeta que se está verificando en ese momento, la etapa actual en la que se encuentra, el número de procedimiento respectivo de la tarjeta y el tiempo transcurrido dentro de la etapa actual. 	
3.5	Módulo de alerta	<p>Programación del dispositivo electrónico de alerta que comunicará al usuario cuando ocurren ciertos eventos específicos, los cuales son codificados de acuerdo al escenario que se presente.</p> <p>Este código contempla las alertas al usuario por error de ejecución o finalización del procedimiento de prueba.</p>	<p>Para aceptar este bloque de código la aplicación debe ser capaz de alertar al usuario sobre cualquier eventualidad por medio de un dispositivo electrónico que vibrará y emitirá luz conocido como “pager” y el cual el usuario debe portar en todo momento. Dichas alertas se harán en caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si ha ocurrido un error en tiempo de ejecución. • Si ha ocurrido un fallo en las pruebas funcionales. • Si el proceso ha finalizado. 	Ingeniera ejecutora del proyecto
4.1	Unificación de módulos de software	<p>Etapa en la cual cada uno de los módulos que ha sido programado y depurado individualmente se conecta con el resto para dar como resultado la habilitación completa del código para su flujo continuo.</p>	<p>La aplicación completa debe ser estable desde el inicio hasta el final de la ejecución.</p>	Ingeniera ejecutora del proyecto

4.2	Pruebas de desarrollo	Etapa en la cual se someten al proceso diferentes tarjetas para verificar la estabilidad de la solución automática implementada.	Se debe mostrar los resultados y la evaluación correspondiente a la ejecución completa de la aplicación para cada muestra (un producto por familia de tarjetas bajo interés).	Ingeniera ejecutora del proyecto
5.1	Definición de los pasos a ejecutar	Sección dentro del plan de validación en donde se establece el proceso de validación por parte de ingeniería y desde la perspectiva de los usuarios finales de la aplicación (técnicos de reparación).	El plan de validación será presentado en formato PDF. Para esta sección en específico se establecerán los procesos de validación desde la perspectiva de ingeniería y desde la de los usuarios finales.	Ingeniera ejecutora del proyecto
5.2	Recopilación de resultados	Sección dentro del plan de validación que define los datos a recopilar en los procesos de validación, así como la recolección y clasificación de los mismos.	El plan de validación será presentado en formato PDF. Para esta sección en específico se definirán los datos a recolectar en cada uno de los procesos de validación, así como la clasificación de los mismos.	Ingeniera ejecutora del proyecto
5.3	Análisis de resultados	Sección dentro del plan de validación que establece el análisis que se dará a los datos recolectados en la sección anterior, y en donde se hará una comparación de la solución nueva propuesta con respecto al proceso original con el fin de estimar el impacto de la mejora.	El plan de validación será presentado en formato PDF. Para esta sección se solicita presentar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • El análisis de los datos obtenidos en los procesos de validación. • La comparación del proceso implementado con respecto al método original de prueba manual en donde se muestre el impacto de la mejora. 	Ingeniera ejecutora del proyecto

6.1	Manual de usuario	Documento que contiene las instrucciones de cómo utilizar la aplicación para cumplir con el proceso de ESS para las tarjetas reparadas.	<p>El documento debe presentarse en formato PDF y debe contener la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de todas las acciones requeridas para utilizar la aplicación. • Los pasos a ejecutar para la instalación exitosa del software. • Los pasos a ejecutar para la solución de problemas técnicos (por ejemplo, qué hacer si no hay conexión entre la PC y la cámara de temperatura). 	Ingeniera ejecutora del proyecto
6.2	Documentación del código fuente	Documento que contiene los comentarios del código fuente para referencia en caso de mejoras futuras a la aplicación.	<p>El documento en formato PDF debe contener la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de cada una de las funciones programadas: argumentos que recibe y el tipo de éstos. • Resultados esperados. 	Ingeniera ejecutora del proyecto
7.1	Plan de entrenamiento	En esta etapa se definen los temas para la capacitación.	<p>El documento en formato PDF debe contener la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa completo de capacitación (colocar el tiempo destinado por tema a discutir). <p>Además para cumplir con éxito esta etapa, se debe llevar a cabo la sesión de entrenamiento con todos los técnicos del área encargados de manejar el proceso de prueba.</p>	Ingeniera ejecutora del proyecto

7.2	Selección de asistentes y cronograma de entrenamiento	En esta fase se eligen los asistentes que tomarán el entrenamiento y se programan las sesiones de entrenamiento.	Se debe presentar un documento en formato PDF que debe contener lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Lista de asistentes a la capacitación. • Calendario de las sesiones a llevar a cabo. 	Ingeniera ejecutora del proyecto
-----	---	--	---	----------------------------------

Fuente: Granados, 2016.

4.2.5 Monitoreo y control del alcance.

Con el fin de validar el alcance se debe utilizar la plantilla de aceptación de entregables del cuadro 14, en donde el cliente (en este caso el patrocinador del proyecto y el área STG de Teradyne Costa Rica) expone de manera formal su aceptación o rechazo de los diferentes entregables en cuestión. Por su parte, cuando se trate de solicitudes de cambio es fundamental llenar la plantilla expuesta en el cuadro 15. Durante el control del alcance es necesario realizar un análisis de variación, ya que por medio de éste es que se pueden determinar las diferencias existentes entre el desempeño actual y la línea base del alcance.

Como parte de la determinación de dichas diferencias entre el desempeño real y el planificado es que se debe llenar una plantilla adicional, la cual se encuentra en el cuadro 16.

Cuadro 14. Plantilla del acta para aceptación de entregables.

Acta de Aceptación de Entregables		
Nombre del Proyecto:		Fecha:
Nombre del cliente/patrocinador:		
Nombre del entregable:		
Responsable del entregable:		
Estado del Entregable:	<input type="checkbox"/> Aceptado	<input type="checkbox"/> Rechazado
Razones de la aceptación o rechazo del entregable:		
Comentarios:		
Aceptado/Rechazado por:		
Fecha:		

Fuente: Granados, 2016.

Cuadro 15. Plantilla del acta de solicitudes de cambio.

Acta de Solicitud de Cambio			
Nombre del Proyecto:		Fecha:	
Persona que solicita el cambio:		Número de cambio:	
Categoría del cambio (marque la casilla que indica la categoría del cambio)			
<input type="checkbox"/> Alcance	<input type="checkbox"/> Calidad	<input type="checkbox"/> Requerimientos	
<input type="checkbox"/> Costo	<input type="checkbox"/> Tiempo	<input type="checkbox"/> Documentos	
Justificación de los cambios propuestos:			
Impacto de los cambios:			
Alcance	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input type="checkbox"/> Reduce	<input type="checkbox"/> Modifica
Calidad	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input type="checkbox"/> Reduce	<input type="checkbox"/> Modifica
Requerimientos	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input type="checkbox"/> Reduce	<input type="checkbox"/> Modifica
Costo	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input type="checkbox"/> Reduce	<input type="checkbox"/> Modifica
Tiempo	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input type="checkbox"/> Reduce	<input type="checkbox"/> Modifica
Documentos	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input type="checkbox"/> Reduce	<input type="checkbox"/> Modifica
Comentarios:			

Disposición	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Aplazado	<input type="checkbox"/> Rechazado
Justificación:			

Fuente: Granados basado en Teradyne, 2016.

Cuadro 16. Plantilla del reporte de información de desempeño.

REPORTE DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO

Nombre del

Proyecto: _____

Fecha: _____

Director del

Proyecto: _____

Sponsor: _____

Logros de este periodo reportado:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Logros planeados pero no completados para este periodo reportado:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Causa raíz de las variaciones:

Impacto a las próximas actividades o a la fecha de finalización del proyecto:

Acciones correctivas o preventivas planeadas:

Fondos gastados para el periodo reportado:

Causa raíz de las variaciones:

Impacto al presupuesto global o las reservas de contingencia:

--

Acciones correctivas o preventivas planeadas:

--

Logros planeados para el próximo periodo a reportar:

1.
2.
3.
4.

Costos planeados para el próximo periodo a reportar:

--

Nuevos riesgos identificados:

Riesgos

Problemas

Problemas

Comentarios

--

Fuente: Granados basado en Teradyne, 2016.

Como puede observarse del cuadro 16, en este reporte de desempeño se incluyen aspectos del alcance, tiempo, costo y riesgos, ya que todos se encuentran interrelacionados y forman parte de un todo en lo que representa el avance del proyecto.

4.3 Plan de Gestión del Tiempo.

El Plan de Gestión del Tiempo es donde se contemplan los procesos requeridos para lograr el término del proyecto dentro del plazo establecido (PMI, 2013).

Los procesos a considerar dentro de este plan y que conforman el grupo de planificación para el área de conocimiento del tiempo se detallan a continuación:

1. Definir las Actividades.
2. Secuenciar las Actividades.
3. Estimar los Recursos de las Actividades.
4. Estimar la Duración de las Actividades.
5. Desarrollar el Cronograma.

4.3.1 Definir las Actividades

El proyecto en su totalidad está compuesto por un conjunto de entregables, los cuales pueden ser completados a partir de la ejecución de una serie de actividades. El proceso de identificación y documentación de estas actividades es justamente lo que proporciona la guía para poder estimar de mejor manera la duración de cada etapa del proyecto (PMI, 2013).

En el proceso de definición de las actividades se requirió de la aplicación de dos de las técnicas propuestas por el PMI, las cuales son la descomposición y el juicio de expertos.

Mediante la técnica de descomposición es que se puede tener un mayor nivel de detalle en lo que se refiere al alcance del proyecto. Al subdividir los entregables en partes más pequeñas se añade manejabilidad al proyecto, lo cual trae beneficios posteriores como lo son las mejores estimaciones en la duración de las actividades y también se evita el dejar trabajo importante de lado.

Por su parte, con la técnica del juicio de expertos, se obtuvo una buena parte del conocimiento necesario para establecer las actividades necesarias con el fin de completar cada uno de los entregables.

En el cuadro 17 a continuación se puede observar la lista de actividades requeridas para completar los entregables del proyecto.

Cuadro 17. Lista de actividades necesarias para completar el proyecto.

Id	Nombre
1	Proyecto ESS
2	Inicio Proyecto ESS
3	Administración de Proyecto
4	Planeamiento
5	Avance 1: Creación de Acta de Proyecto y análisis de situación actual
6	Avance 2: Plan Gestión del Alcance
7	Avance 3: Plan Gestión del Tiempo
8	Avance 4: Plan Gestión de Costos
9	Avance 5: Plan Gestión de Riesgos
10	Avance 6: Plan Gestión de Calidad
11	Reuniones de seguimiento
12	Reunión Avance 1
13	Reunión Avance 2
14	Reunión Avance 3
15	Reunión Avance 4
16	Reunión Avance 5
17	Reunión Avance 6
18	Elaboración, corrección y presentación de informes
19	Informe Avance 1
20	Informe Avance 2
21	Informe Avance 3
22	Informe Avance 4
23	Informe Avance 5
24	Informe Avance 6
25	Análisis de situación actual
26	Recursos necesarios (HW/SW)
27	Estudiar requisitos de prueba de cada tarjeta
28	Definir los programas de SW necesarios y licencias
29	Definir los requerimientos técnicos del sitio de operación de la cámara de estrés de temperatura
30	Documentación de recursos HW/SW

31	Crear documento con los recursos necesarios para el proceso ESS
32	Software
33	Módulo de comunicación
34	Comunicación entre instrumentación
35	Establecer conexión física entre computador, chasis y cámara
36	Programar secuencia de comandos para la comunicación
37	Depurar comunicación entre la instrumentación
38	Bloqueo de pantalla de cámara
39	Programar la función para el bloqueo de la cámara
40	Módulo Chasis VXI
41	Operación remota del chasis
42	Programar encendido automático del chasis
43	Programar módulo para el manejo de comandos desde el computador
44	Depurar operación remota
45	Reconocimiento automático de tarjetas
46	Programar módulo de reconocimiento del número de parte ingresado a la cámara de estrés
47	Depurar reconocimiento automático de tarjetas
48	Módulo de perfiles de temperatura (específico para cada producto)
49	Frío
50	Programar rampa y pendiente de temperatura en frío
51	Programar el tiempo de estabilización
52	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar
53	Programar módulo para el almacenamiento de resultados
54	Depurar módulo en frío
55	Ambiente
56	Programar rampa y pendiente de temperatura en ambiente
57	Programar el tiempo de estabilización
58	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar
59	Programar módulo para el almacenamiento de resultados
60	Depurar módulo en ambiente
61	Caliente
62	Programar rampa y pendiente de temperatura en caliente
63	Programar el tiempo de estabilización
64	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar
65	Programar módulo para el almacenamiento de resultados
66	Depurar módulo en caliente
67	Módulo de calibración
68	Programar rutinas de calibración
69	Depurar módulo de calibración
70	Interfaz de usuario

71	Menú principal
72	Establecer diseño y logo de la interfaz
73	Programar campos de opciones: "Número de serie", "Cancelar", "Salir", etc
74	Menú de pruebas
75	Programar acciones requeridas antes o después de cada fase de prueba
76	Programar módulo de progreso de la fase de prueba
77	Depuración
78	Depurar interfaz de usuario
79	Depurar menú de pruebas
80	Módulo de alerta
81	Programación del dispositivo electrónico de alerta
82	Programar módulo de alerta (pager)
83	Manejo de alertas
84	Programar módulo de alerta para errores en tiempo de ejecución
85	Programar módulo de alerta cuando exista fallo en pruebas funcionales
86	Programar módulo de alerta para la conclusión del proceso de prueba
87	Depurar módulo de alerta
88	Integración y Pruebas
89	Unificación de módulos de software
90	Enlazar las funcionalidades de los módulos (habilitar el flujo continuo de código)
91	Depurar el funcionamiento integral del código
92	Pruebas de desarrollo
93	Tomar muestra (1 producto por familia) para verificar funcionalidad del flujo del código
94	Recolectar resultados de las pruebas de desarrollo
95	Evaluar resultados de pruebas de desarrollo
96	Plan de validación
97	Definición de pasos a ejecutar
98	Establecer el proceso de validación por parte de ingeniería (ejecutor del proyecto)
99	Definir el proceso de validación por parte de los usuarios (técnicos de reparación)
100	Recopilación de resultados
101	Definir los datos a recopilar en cada uno de los procesos de validación
102	Recolectar y clasificar los datos obtenidos
103	Análisis de resultados
104	Analizar los datos obtenidos en ambos procesos de validación

105	Comparar los datos del proceso actual con los del nuevo para estimar el impacto de la mejora
106	Documentación del proyecto
107	Manual de usuario
108	Crear sección de instalación de la aplicación
109	Crear sección de cómo ejecutar paso a paso la aplicación
110	Crear sección de resolución de problemas técnicos
111	Documentación del código fuente
112	Crear documento con cada una de las funciones implementadas
113	Capacitación de usuarios
114	Plan de entrenamiento
115	Definir el programa de capacitación para los usuarios
116	Selección de asistentes y cronograma de entrenamiento
117	Crear lista de los usuarios que recibirán la capacitación
118	Establecer el cronograma de sesiones de entrenamiento
119	Fin Proyecto ESS

Fuente: Granados, 2016

4.3.2 Secuenciar las Actividades

En este proceso se asigna un orden lógico a las actividades a realizar. Para esta labor es necesario conocer la relación que guarda cada tarea con las demás, y establecer relaciones entre las actividades que beneficien al máximo la ejecución del proyecto.

Durante el trabajo de secuenciar actividades se dispone de ciertas técnicas y herramientas. En este proyecto se utilizó el método de ordenamiento según las precedencias, en donde se tiene a disposición cuatro relaciones lógicas entre actividades y las cuales se pueden ver a continuación:

- Final a Inicio (FS): Tarea sucesora no puede comenzar hasta que su predecesora no haya concluido.
- Final a Final (FF): Tarea sucesora no puede finalizar hasta que haya finalizado una tarea predecesora.
- Inicio a Inicio (SS): Actividad sucesora no puede comenzar hasta que no haya comenzado una actividad predecesora.

- Inicio a Final (SF): Tarea sucesora no puede finalizar hasta que una predecesora no haya comenzado

Dado que para este proyecto en particular el único recurso encargado de la ejecución de las tareas es una de las ingenieras del área de STG, la relación lógica predominante es la de Final a Inicio.

En el cuadro 18 se presenta la secuencia de las actividades para este proyecto:

Cuadro 18. Secuencia de actividades del proyecto.

Id	Nombre	Predecesoras
1	Proyecto ESS	
2	Inicio Proyecto ESS	
3	Administración de Proyecto	
4	Planeamiento	
5	Avance 1: Creación de Acta de Proyecto y análisis de situación actual	
6	Avance 2: Plan Gestión del Alcance	19
7	Avance 3: Plan Gestión del Tiempo	20
8	Avance 4: Plan Gestión de Costos	21
9	Avance 5: Plan Gestión de Riesgos	22
10	Avance 6: Plan Gestión de Calidad	23
11	Reuniones de seguimiento	
12	Reunión Avance 1	5
13	Reunión Avance 2	6
14	Reunión Avance 3	7
15	Reunión Avance 4	8
16	Reunión Avance 5	9
17	Reunión Avance 6	10
18	Elaboración, corrección y presentación de informes	
19	Informe Avance 1	12
20	Informe Avance 2	13
21	Informe Avance 3	14
22	Informe Avance 4	15
23	Informe Avance 5	16
24	Informe Avance 6	17
25	Análisis de situación actual	3

26	Recursos necesarios (HW/SW)	3
27	Estudiar requisitos de prueba de cada tarjeta	3
28	Definir los programas de SW necesarios y licencias	27
29	Definir los requerimientos técnicos del sitio de operación de la cámara de estrés de temperatura	28
30	Documentación de recursos HW/SW	29
31	Crear documento con los recursos necesarios para el proceso ESS	29
32	Software	25
33	Módulo de comunicación	25
34	Comunicación entre instrumentación	25
35	Establecer conexión física entre computador, chasis y cámara	31
36	Programar secuencia de comandos para la comunicación	35
37	Depurar comunicación entre la instrumentación	36
38	Bloqueo de pantalla de cámara	37
39	Programar la función para el bloqueo de la cámara	37
40	Módulo Chasis VXI	39
41	Operación remota del chasis	39
42	Programar encendido automático del chasis	39
43	Programar módulo para el manejo de comandos desde el computador	42
44	Depurar operación remota	43
45	Reconocimiento automático de tarjetas	44
46	Programar módulo de reconocimiento del número de parte ingresado a la cámara de estrés	44
47	Depurar reconocimiento automático de tarjetas	46
48	Módulo de perfiles de temperatura (específico para cada producto)	47
49	Frío	47
50	Programar rampa y pendiente de temperatura en frío	47

51	Programar el tiempo de estabilización	50
52	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	51
53	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	52
54	Depurar módulo en frío	53
55	Ambiente	54
56	Programar rampa y pendiente de temperatura en ambiente	54
57	Programar el tiempo de estabilización	56
58	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	57
59	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	58
60	Depurar módulo en ambiente	59
61	Caliente	60
62	Programar rampa y pendiente de temperatura en caliente	60
63	Programar el tiempo de estabilización	62
64	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	63
65	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	64
66	Depurar módulo en caliente	65
67	Módulo de calibración	66
68	Programar rutinas de calibración	66
69	Depurar módulo de calibración	68
70	Interfaz de usuario	69
71	Menú principal	69
72	Establecer diseño y logo de la interfaz	69
73	Programar campos de opciones: "Número de serie", "Cancelar", "Salir", etc	72
74	Menú de pruebas	73
75	Programar acciones requeridas antes o después de cada fase de prueba	73
76	Programar módulo de progreso de la fase de prueba	75

77	Depuración	71,74
78	Depurar interfaz de usuario	71
79	Depurar menú de pruebas	74
80	Módulo de alerta	79
81	Programación del dispositivo electrónico de alerta	79
82	Programar módulo de alerta (pager)	79
83	Manejo de alertas	82
84	Programar módulo de alerta para errores en tiempo de ejecución	82
85	Programar módulo de alerta cuando exista fallo en pruebas funcionales	84
86	Programar módulo de alerta para la conclusión del proceso de prueba	85
87	Depurar módulo de alerta	86
88	Integración y Pruebas	32
89	Unificación de módulos de software	32
90	Enlazar las funcionalidades de los módulos (habilitar el flujo continuo de código)	87
91	Depurar el funcionamiento integral del código	90
92	Pruebas de desarrollo	91
93	Tomar muestra (1 producto por familia) para verificar funcionalidad del flujo del código	91
94	Recolectar resultados de las pruebas de desarrollo	93
95	Evaluar resultados de pruebas de desarrollo	94
96	Plan de validación	88
97	Definición de pasos a ejecutar	95
98	Establecer el proceso de validación por parte de ingeniería (ejecutor del proyecto)	95
99	Definir el proceso de validación por parte de los usuarios (técnicos de reparación)	98

100	Recopilación de resultados	98,99
101	Definir los datos a recopilar en cada uno de los procesos de validación	98,99
102	Recolectar y clasificar los datos obtenidos	101
103	Análisis de resultados	102
104	Analizar los datos obtenidos en ambos procesos de validación	102
105	Comparar los datos del proceso actual con los del nuevo para estimar el impacto de la mejora	104
106	Documentación del proyecto	96
107	Manual de usuario	96
108	Crear sección de instalación de la aplicación	105
109	Crear sección de cómo ejecutar paso a paso la aplicación	108
110	Crear sección de resolución de problemas técnicos	109
111	Documentación del código fuente	110
112	Crear documento con cada una de las funciones implementadas	110
113	Capacitación de usuarios	106
114	Plan de entrenamiento	106
115	Definir el programa de capacitación para los usuarios	112
116	Selección de asistentes y cronograma de entrenamiento	115
117	Crear lista de los usuarios que recibirán la capacitación	115
118	Establecer el cronograma de sesiones de entrenamiento	117
119	Fin Proyecto ESS	118

Fuente: Granados, 2016

4.3.3 Estimar los Recursos de las Actividades

En esta sección se estiman los recursos requeridos, tanto humanos como de equipo y materiales, para llevar a cabo la implementación de la solución.

La estimación de los recursos es el preámbulo para el cálculo de los costos y a la vez en la subsecuente estimación de la duración de las actividades, ya que naturalmente, dependiendo de la cantidad de recursos disponibles se determina qué tan rápido podrá avanzar una tarea.

En la figura 15 se presenta la estructura del desglose de recursos para este proyecto.

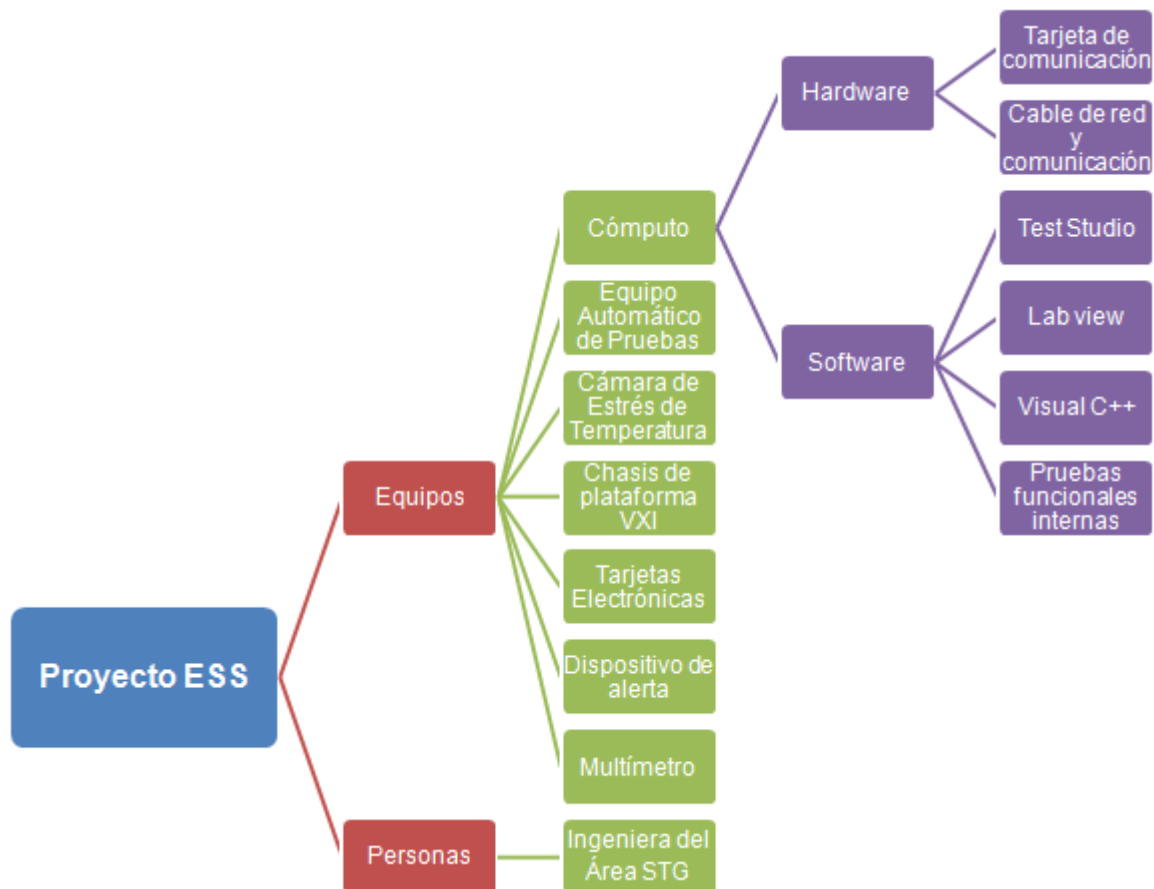


Figura 15 Estructura de desglose de recursos para el proyecto.

Fuente: Granados, 2016

4.3.4 Estimar la Duración de las Actividades

PMI (2013) afirma: “Estimar la Duración de las Actividades es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados” (p.165). Esto es particularmente útil porque constituye la base de lo que será el cronograma formal de las actividades que componen el proyecto.

Ya que la estimación de la duración de las actividades es un proceso que puede resultar complejo se dispuso de diversas técnicas para ayudar con este propósito, y entre las cuales se utilizaron las siguientes:

- **Juicio de Expertos:** Muchas de las actividades de programación del código fuente fueron estimadas a partir de la información provista por otros ingenieros que han trabajado en el desarrollo de códigos fuente similares.
- **Estimación Análoga:** Ciertas actividades como por ejemplo, la creación de la interfaz gráfica, se estimaron sobre la base de interfaces gráficas que han sido realizadas en proyectos anteriores, por lo cual resulta una buena referencia para proponer la duración en esta actividad.
- **Técnicas grupales de toma de decisiones:** Se organizó reuniones con los ingenieros que han participado en proyectos de programación similares, con el fin de que pudieran colaborar en la tarea de estimar de manera más certera las diferentes actividades del proyecto.

4.3.5 Desarrollar el Cronograma

Una vez que se definió todas las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto, así como las respectivas duraciones y los recursos requeridos se procedió a analizar las precedencias de cada una. En el cuadro 19 se puede observar cómo se relacionan cada una de las actividades con su orden lógico correspondiente. Por su parte, en la figura 16 se muestra el diagrama de Gantt como resultado del desarrollo del cronograma.

Cuadro 19. Desarrollo del cronograma del proyecto.

Id	Nombre	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Proyecto ESS	234 días	nov/12/15	oct/4/16	
2	Inicio Proyecto ESS	0 días	nov/12/15	nov/12/15	
3	Administración de Proyecto	62 días	nov/12/15	feb/5/16	
4	Planeamiento	59.5 días	nov/12/15	feb/3/16	
5	Avance 1: Creación de Acta de Proyecto y análisis de situación actual	9.5 días	nov/12/15	nov/25/15	
6	Avance 2: Plan Gestión del Alcance	7.5 días	nov/30/15	dic/9/15	19
7	Avance 3: Plan Gestión del Tiempo	7.5 días	dic/14/15	dic/23/15	20
8	Avance 4: Plan Gestión de Costos	7.5 días	dic/28/15	ene/6/16	21
9	Avance 5: Plan Gestión de Riesgos	7.5 días	ene/11/16	ene/20/16	22
10	Avance 6: Plan Gestión de Calidad	7.5 días	ene/25/16	feb/3/16	23
11	Reuniones de seguimiento	50.5 días	nov/25/15	feb/3/16	
12	Reunión Avance 1	0.5 días	nov/25/15	nov/25/15	5
13	Reunión Avance 2	0.5 días	dic/9/15	dic/9/15	6
14	Reunión Avance 3	0.5 días	dic/23/15	dic/23/15	7
15	Reunión Avance 4	0.5 días	ene/6/16	ene/6/16	8
16	Reunión Avance 5	0.5 días	ene/20/16	ene/20/16	9
17	Reunión Avance 6	0.5 días	feb/3/16	feb/3/16	10
18	Elaboración, corrección y presentación de informes	52 días	nov/26/15	feb/5/16	
19	Informe Avance 1	2 días	nov/26/15	nov/27/15	12
20	Informe Avance 2	2 días	dic/10/15	dic/11/15	13
21	Informe Avance 3	2 días	dic/24/15	dic/25/15	14
22	Informe Avance 4	2 días	ene/7/16	ene/8/16	15
23	Informe Avance 5	2 días	ene/21/16	ene/22/16	16
24	Informe Avance 6	2 días	feb/4/16	feb/5/16	17
25	Análisis de situación actual	8 días	feb/8/16	feb/17/16	3

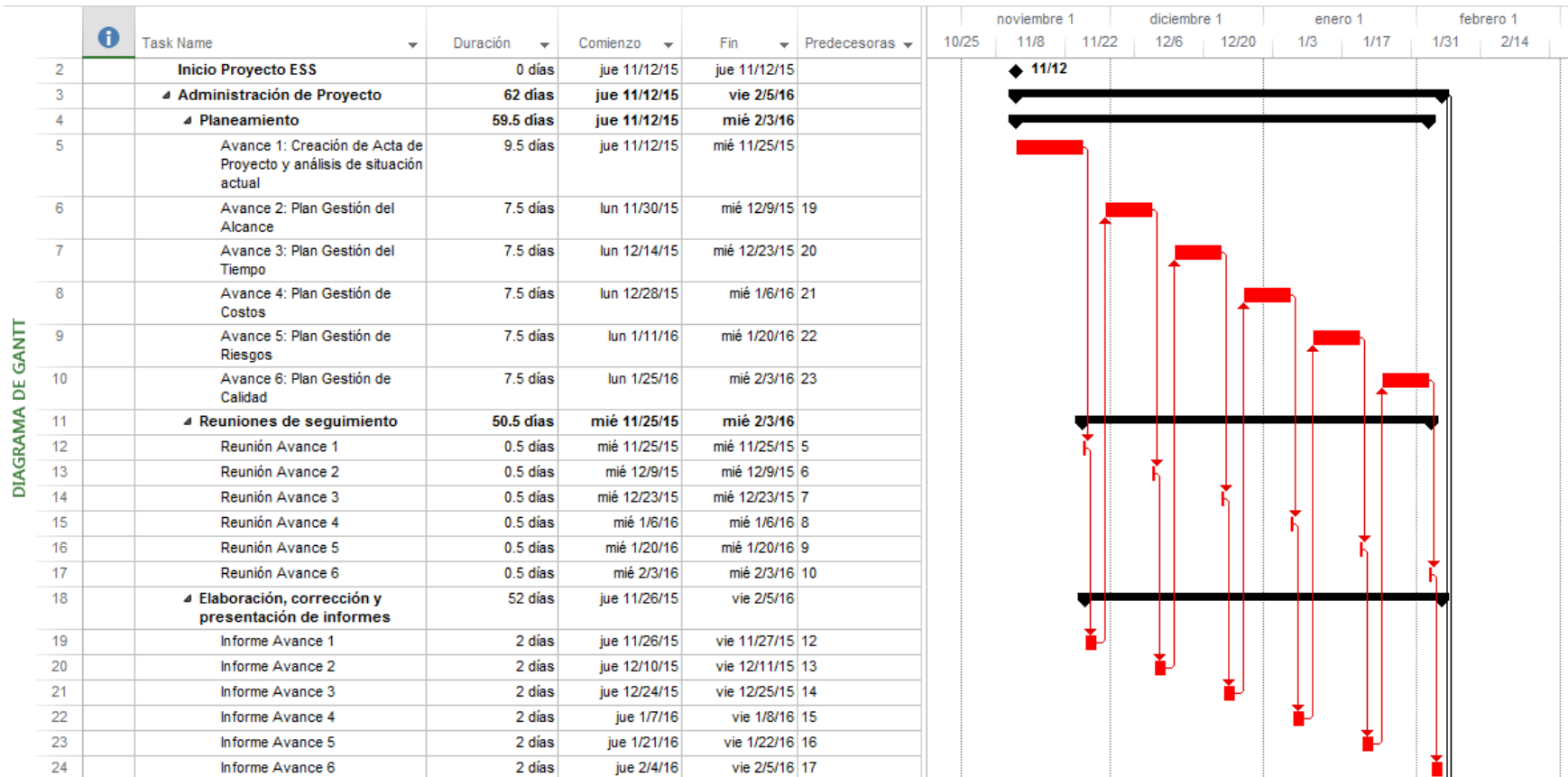
26	Recursos necesarios (HW/SW)	2 días	feb/8/16	feb/9/16	3
27	Estudiar requisitos de prueba de cada tarjeta	1 día	feb/8/16	feb/8/16	3
28	Definir los programas de SW necesarios y licencias	0.5 días	feb/9/16	feb/9/16	27
29	Definir los requerimientos técnicos del sitio de operación de la cámara de estrés de temperatura	0.5 días	feb/9/16	feb/9/16	28
30	Documentación de recursos HW/SW	6 días	feb/10/16	feb/17/16	29
31	Crear documento con los recursos necesarios para el proceso ESS	6 días	feb/10/16	feb/17/16	29
32	Software	97 días	feb/18/16	jul/1/16	25
33	Módulo de comunicación	7 días	feb/18/16	feb/26/16	25
34	Comunicación entre instrumentación	6 días	feb/18/16	feb/25/16	25
35	Establecer conexión física entre computador, chasis y cámara	2 días	feb/18/16	feb/19/16	31
36	Programar secuencia de comandos para la comunicación	3 días	feb/22/16	feb/24/16	35
37	Depurar comunicación entre la instrumentación	1 día	feb/25/16	feb/25/16	36
38	Bloqueo de pantalla de cámara	1 día	feb/26/16	feb/26/16	37
39	Programar la función para el bloqueo de la cámara	1 día	feb/26/16	feb/26/16	37
40	Módulo Chasis VXI	11 días	feb/29/16	mar/14/16	39
41	Operación remota del chasis	5 días	feb/29/16	mar/4/16	39
42	Programar encendido automático del chasis	2 días	feb/29/16	mar/1/16	39
43	Programar módulo para el manejo de comandos desde el computador	2 días	mar/2/16	mar/3/16	42
44	Depurar operación remota	1 día	mar/4/16	mar/4/16	43
45	Reconocimiento automático de tarjetas	6 días	mar/7/16	mar/14/16	44
46	Programar módulo de reconocimiento del número de parte ingresado a la cámara de estrés	5 días	mar/7/16	mar/11/16	44
47	Depurar reconocimiento automático de tarjetas	1 día	mar/14/16	mar/14/16	46
48	Módulo de perfiles de temperatura (específico para cada producto)	56 días	mar/15/16	may/31/16	47
49	Frío	25 días	mar/15/16	abr/18/16	47
50	Programar rampa y pendiente de temperatura en frío	2 días	mar/15/16	mar/16/16	47

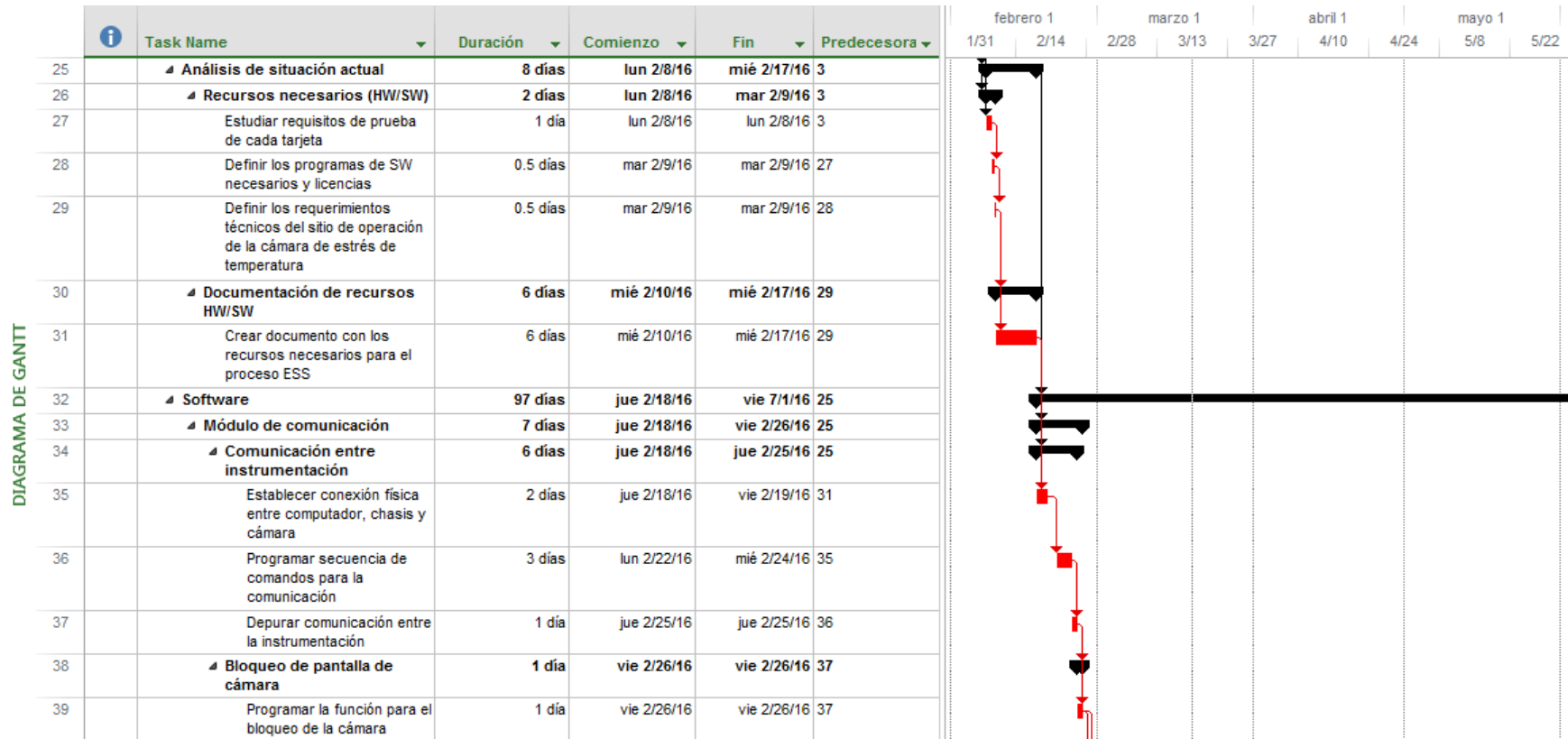
51	Programar el tiempo de estabilización	1 día	mar/17/16	mar/17/16	50
52	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	20 días	mar/18/16	abr/14/16	51
53	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	1 día	abr/15/16	abr/15/16	52
54	Depurar módulo en frío	1 día	abr/18/16	abr/18/16	53
55	Ambiente	13 días	abr/19/16	may/5/16	54
56	Programar rampa y pendiente de temperatura en ambiente	1 día	abr/19/16	abr/19/16	54
57	Programar el tiempo de estabilización	0.5 días	abr/20/16	abr/20/16	56
58	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	10 días	abr/20/16	may/4/16	57
59	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	0.5 días	may/4/16	may/4/16	58
60	Depurar módulo en ambiente	1 día	may/5/16	may/5/16	59
61	Caliente	13 días	may/6/16	may/24/16	60
62	Programar rampa y pendiente de temperatura en caliente	1 día	may/6/16	may/6/16	60
63	Programar el tiempo de estabilización	0.5 días	may/9/16	may/9/16	62
64	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	10 días	may/9/16	may/23/16	63
65	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	0.5 días	may/23/16	may/23/16	64
66	Depurar módulo en caliente	1 día	may/24/16	may/24/16	65
67	Módulo de calibración	5 días	may/25/16	may/31/16	66
68	Programar rutinas de calibración	3 días	may/25/16	may/27/16	66
69	Depurar módulo de calibración	2 días	may/30/16	may/31/16	68
70	Interfaz de usuario	9 días	jun/1/16	jun/13/16	69
71	Menú principal	2 días	jun/1/16	jun/2/16	69
72	Establecer diseño y logo de la interfaz	1 día	jun/1/16	jun/1/16	69
73	Programar campos de opciones: "Número de serie", "Cancelar", "Salir", etc	1 día	jun/2/16	jun/2/16	72
74	Menú de pruebas	6 días	jun/3/16	jun/10/16	73
75	Programar acciones requeridas antes o después de cada fase de prueba	3 días	jun/3/16	jun/7/16	73
76	Programar módulo de progreso de la fase de prueba	3 días	jun/8/16	jun/10/16	75

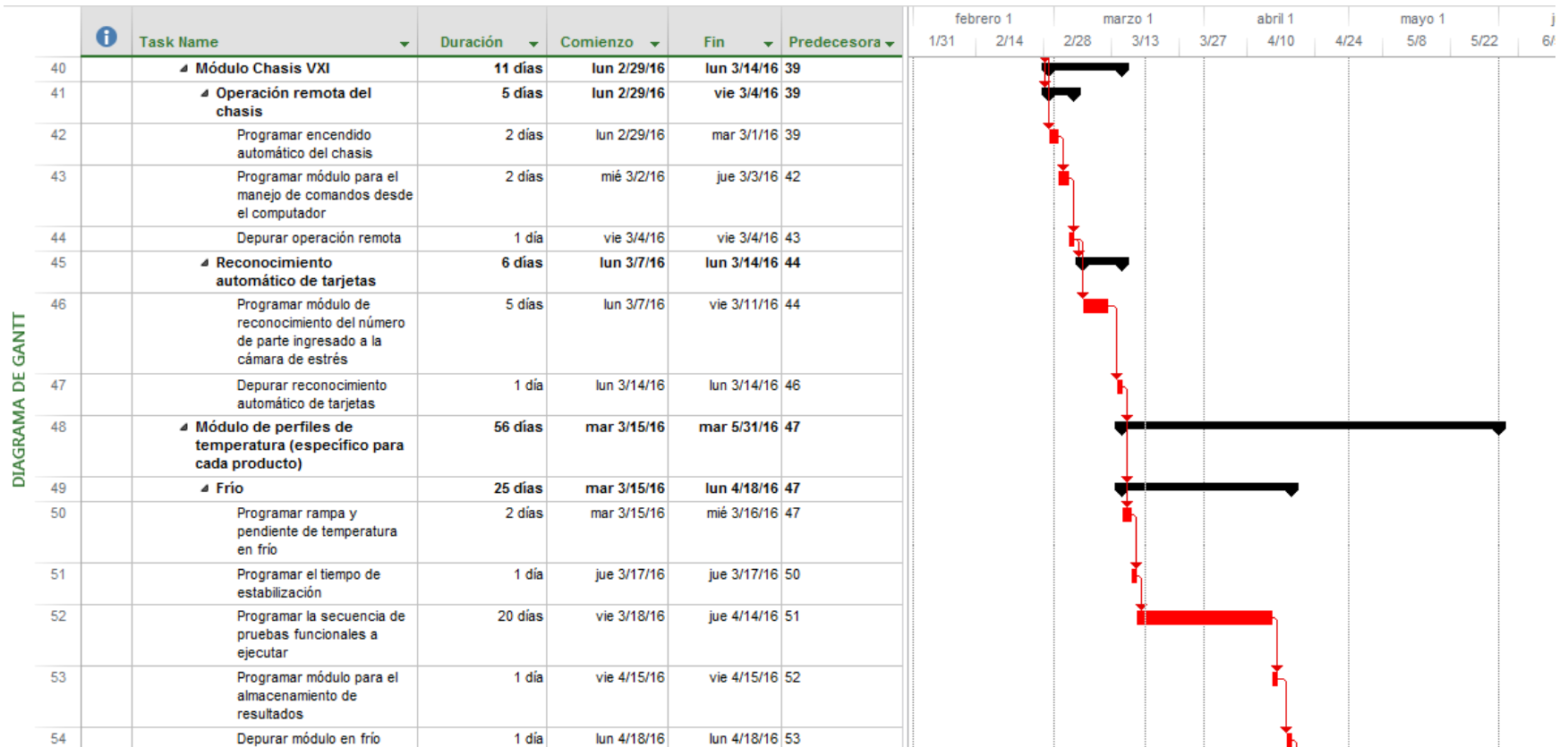
77	Depuración	7 días	jun/3/16	jun/13/16	71,74
78	Depurar interfaz de usuario	1 día	jun/3/16	jun/3/16	71
79	Depurar menú de pruebas	1 día	jun/13/16	jun/13/16	74
80	Módulo de alerta	14 días	jun/14/16	jul/1/16	79
81	Programación del dispositivo electrónico de alerta	3 días	jun/14/16	jun/16/16	79
82	Programar módulo de alerta (pager)	3 días	jun/14/16	jun/16/16	79
83	Manejo de alertas	11 días	jun/17/16	jul/1/16	82
84	Programar módulo de alerta para errores en tiempo de ejecución	3 días	jun/17/16	jun/21/16	82
85	Programar módulo de alerta cuando exista fallo en pruebas funcionales	3 días	jun/22/16	jun/24/16	84
86	Programar módulo de alerta para la conclusión del proceso de prueba	3 días	jun/27/16	jun/29/16	85
87	Depurar módulo de alerta	2 días	jun/30/16	jul/1/16	86
88	Integración y Pruebas	34.5 días	jul/4/16	ago/19/16	32
89	Unificación de módulos de software	23 días	jul/4/16	ago/3/16	32
90	Enlazar las funcionalidades de los módulos (habilitar el flujo continuo de código)	3 días	jul/4/16	jul/6/16	87
91	Depurar el funcionamiento integral del código	20 días	jul/7/16	ago/3/16	90
92	Pruebas de desarrollo	11.5 días	ago/4/16	ago/19/16	91
93	Tomar muestra (1 producto por familia) para verificar funcionalidad del flujo del código	0.5 días	ago/4/16	ago/4/16	91
94	Recolectar resultados de las pruebas de desarrollo	10 días	ago/4/16	ago/18/16	93
95	Evaluar resultados de pruebas de desarrollo	1 día	ago/18/16	ago/19/16	94
96	Plan de validación	16 días	ago/19/16	sep/12/16	88
97	Definición de pasos a ejecutar	4 días	ago/19/16	ago/25/16	95
98	Establecer el proceso de validación por parte de ingeniería (ejecutor del proyecto)	2 días	ago/19/16	ago/23/16	95

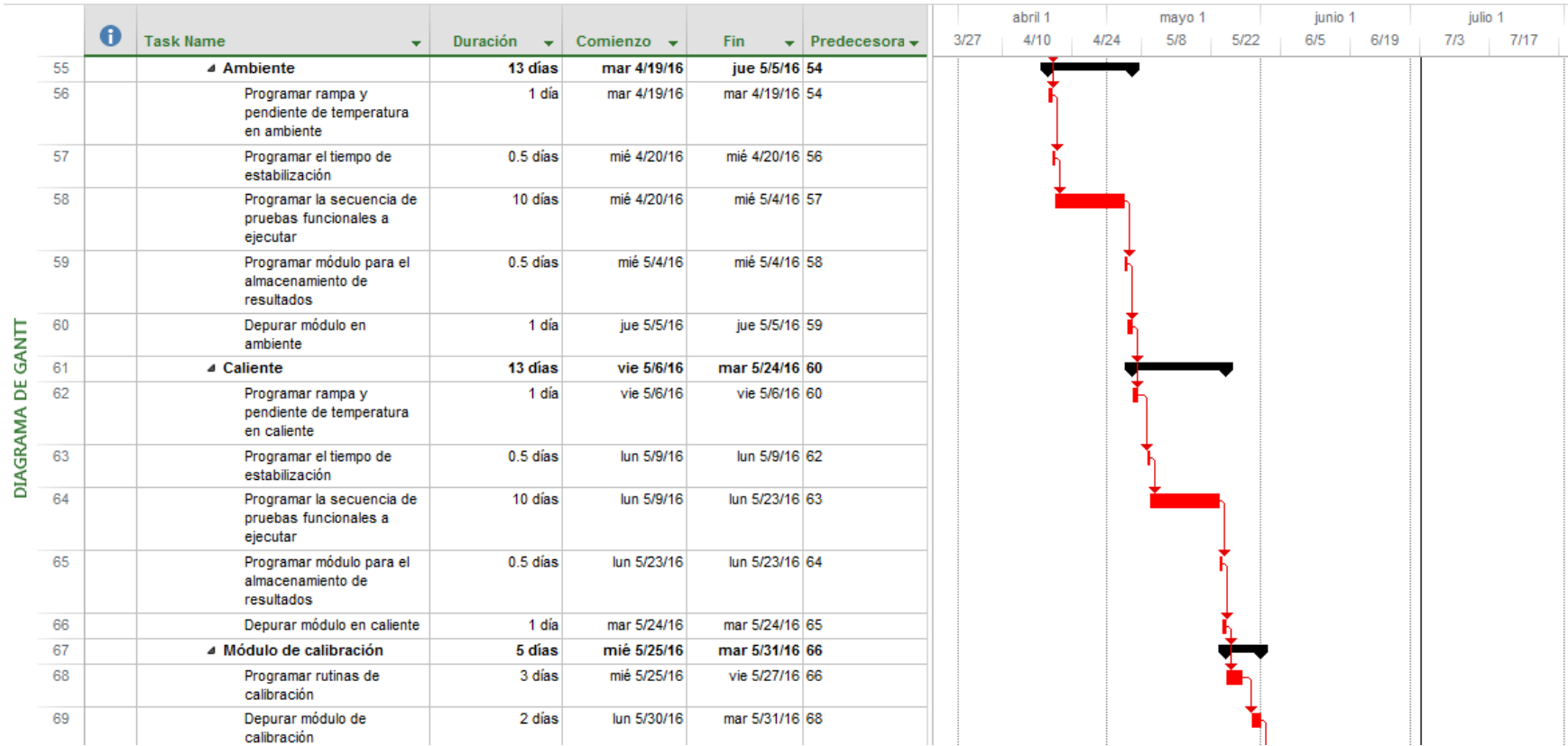
99	Definir el proceso de validación por parte de los usuarios (técnicos de reparación)	2 días	ago/23/16	ago/25/16	98
100	Recopilación de resultados	6 días	ago/25/16	sep/2/16	98,99
101	Definir los datos a recopilar en cada uno de los procesos de validación	1 día	ago/25/16	ago/26/16	98,99
102	Recolectar y clasificar los datos obtenidos	5 días	ago/26/16	sep/2/16	101
103	Análisis de resultados	6 días	sep/2/16	sep/12/16	102
104	Analizar los datos obtenidos en ambos procesos de validación	4 días	sep/2/16	sep/8/16	102
105	Comparar los datos del proceso actual con los del nuevo para estimar el impacto de la mejora	2 días	sep/8/16	sep/12/16	104
106	Documentación del proyecto	14 días	sep/12/16	sep/30/16	96
107	Manual de usuario	6 días	sep/12/16	sep/20/16	96
108	Crear sección de instalación de la aplicación	2 días	sep/12/16	sep/14/16	105
109	Crear sección de cómo ejecutar paso a paso la aplicación	2 días	sep/14/16	sep/16/16	108
110	Crear sección de resolución de problemas técnicos	2 días	sep/16/16	sep/20/16	109
111	Documentación del código fuente	8 días	sep/20/16	sep/30/16	110
112	Crear documento con cada una de las funciones implementadas	8 días	sep/20/16	sep/30/16	110
113	Capacitación de usuarios	2.5 días	sep/30/16	oct/4/16	106
114	Plan de entrenamiento	1 día	sep/30/16	oct/3/16	106
115	Definir el programa de capacitación para los usuarios	1 día	sep/30/16	oct/3/16	112
116	Selección de asistentes y cronograma de entrenamiento	1.5 días	oct/3/16	oct/4/16	115
117	Crear lista de los usuarios que recibirán la capacitación	0.5 días	oct/3/16	oct/3/16	115
118	Establecer el cronograma de sesiones de entrenamiento	1 día	oct/4/16	oct/4/16	117
119	Fin Proyecto ESS	0 días	oct/4/16	oct/4/16	118

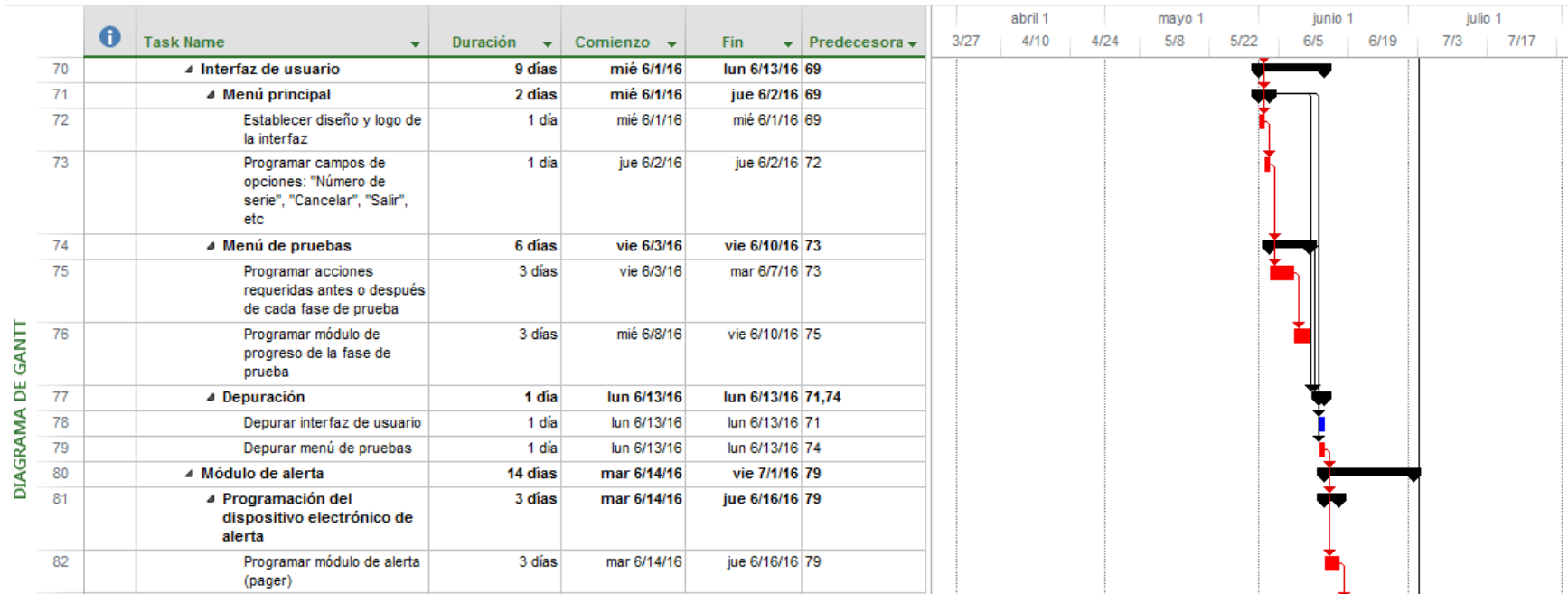
Fuente: Granados, 2016

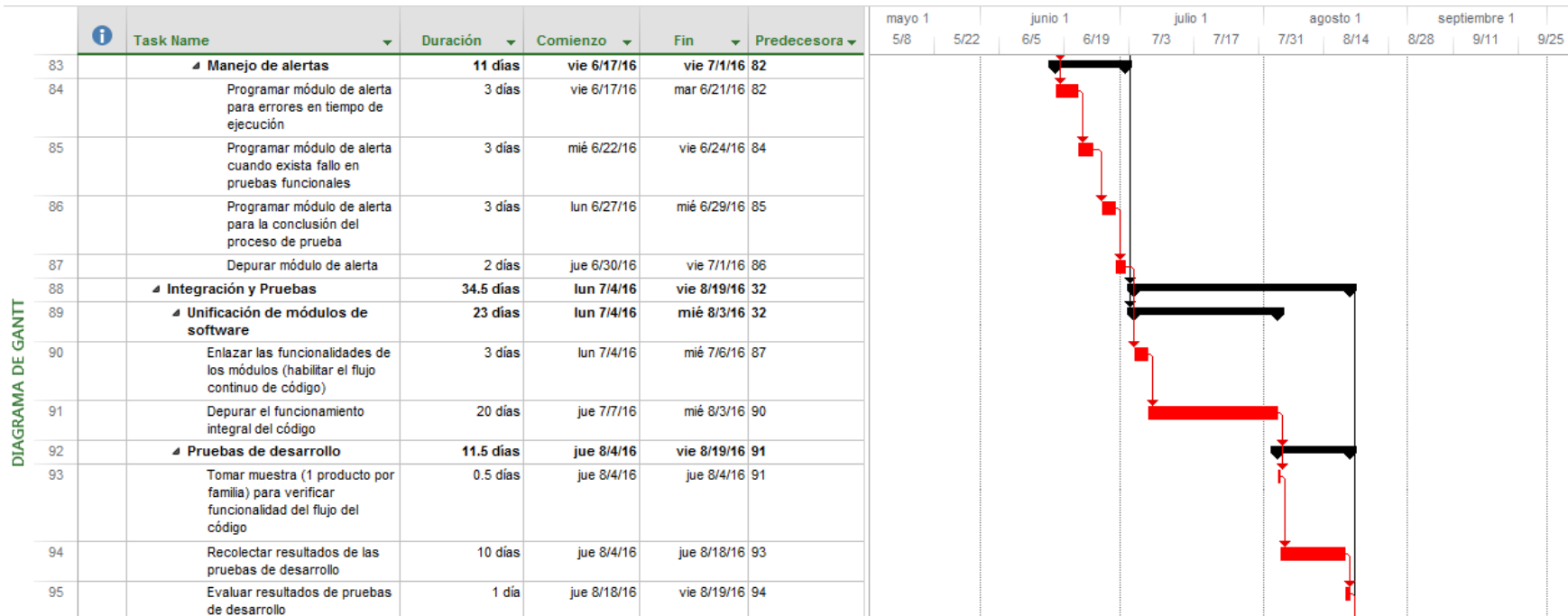














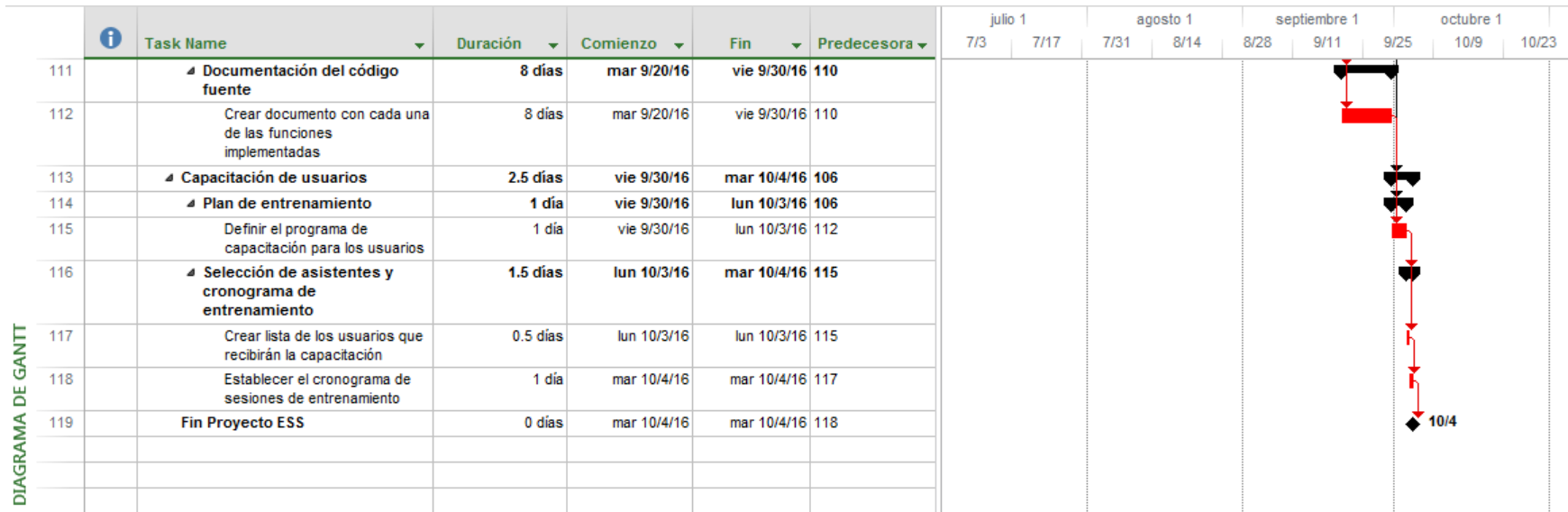


Figura 16 Diagrama de Gantt para el proyecto.

Fuente: Granados, 2016

Como puede verse, el cronograma se trata de una relación de fin-comienzo, por lo tanto, todo el proyecto se encuentra en ruta crítica. Si bien es cierto esto representa un gran riesgo de no cumplir con el cronograma, esta situación se da precisamente por ser un proyecto de mejora que no está en el tope de las prioridades. Es necesario reconocer que la prioridad siempre será obtener el producto reparado para el cliente, por lo cual inclusive un pico de trabajo que obviamente involucra el uso de las cámaras de temperatura puede afectar el calendario del proyecto.

4.3.6 Monitoreo y control del tiempo.

Para mantener un monitoreo y control del tiempo es necesario recurrir a ciertas herramientas como lo son las revisiones de desempeño. En estas revisiones se utiliza la información que aparece en la plantilla de Reporte de Desempeño del Proyecto que se encuentra en el cuadro 16. Además, se recurre a la ruta crítica del proyecto en donde se puede observar el progreso real del cronograma. Por su parte, el uso de un software de administración de proyectos hace más fácil realizar el seguimiento de las fechas.

4.4 Plan de Gestión del Costo

El Plan de Gestión del Costo del proyecto viene a ser el documento en donde se establece el recurso financiero requerido para afrontar las diversas etapas del proyecto, desde su planeamiento, hasta su implementación y puesta en marcha.

Acercas de esto PMI (2013) se refiere a la Gestión de los Costos como “los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado” (p. 193).

En esta sección se abordará los siguientes procesos:

1. Estimar los Costos.
2. Determinar el Presupuesto.

4.4.1 Estimar los Costos

En esta etapa de estimación de costos el objetivo es aproximar los recursos financieros necesarios para afrontar cada una de las actividades. Para esto se tomó como base el cronograma y además como técnica se recurrió al análisis de reservas. De esta forma, se partió de la duración de cada actividad y los costos por hora (los cuales se detallan en el próximo párrafo), y se obtuvo los costos individuales que contribuyeron al costo total del proyecto. Por su parte, también se hizo referencia a los costos asociados a materiales necesarios para implementar la solución.

Es necesario mencionar que los costos parten de los siguientes supuestos:

- Para la etapa de planeamiento se asume que cada hora cuesta \$15. Se acordó trabajar como máximo 15 horas por semana para tener el plan completo al 5 de febrero del 2016.

- Para la etapa de ejecución cada hora cuesta \$10 y se parte de una jornada de tiempo completo, es decir, cada día está compuesto por 8 horas laborales que a la semana suman 40 horas en total.

Es importante mencionar nuevamente que para efectos de este proyecto el único material con que no cuenta la compañía es con el dispositivo de alerta. Por lo tanto fue necesario agregar el costo de éste, el cual corresponde a \$500. Este valor incurrido se incluyó en la actividad de programar el módulo de alerta.

4.4.2 Determinar el Presupuesto

En el proceso de determinación del presupuesto se necesitó en primera instancia de la suma de los costos de todas las actividades individuales como se muestra en la columna de costos de horas más materiales del cuadro 20. Además se acordó incluir un monto de reservas de contingencia del 5% en caso de que suceda algún imprevisto.

En el cuadro 20 se presenta el presupuesto del proyecto incluyendo dichos montos de reserva:

Cuadro 20. Presupuesto del proyecto incluyendo las reservas de contingencia.

Id	Nombre	Duración (días)	Horas trabajadas	Costo por horas	Costo materiales	Costo horas + materiales	Reserva de contingencia (5%)	Costo Total
1	Proyecto ESS	234	1746	\$18,390.00	\$500.00	\$18,890.00	\$944.50	\$19,834.50
2	Inicio Proyecto ESS	0	0	0	0	0	0	0
3	Administración de Proyecto	62	186	\$2,790.00	\$0.00	\$2,790.00	\$139.50	\$2,929.50
4	Planeamiento	59.5		\$2,115.00	\$0.00	\$2,115.00	\$105.75	\$2,220.75
5	Avance 1: Creación de Acta de Proyecto y análisis de situación actual	9.5	28.5	\$427.50	\$0.00	\$427.50	\$21.38	\$448.88
6	Avance 2: Plan Gestión del Alcance	7.5	22.5	\$337.50	\$0.00	\$337.50	\$16.88	\$354.38
7	Avance 3: Plan Gestión del Tiempo	7.5	22.5	\$337.50	\$0.00	\$337.50	\$16.88	\$354.38
8	Avance 4: Plan Gestión de Costos	7.5	22.5	\$337.50	\$0.00	\$337.50	\$16.88	\$354.38
9	Avance 5: Plan Gestión de Riesgos	7.5	22.5	\$337.50	\$0.00	\$337.50	\$16.88	\$354.38
10	Avance 6: Plan Gestión de Calidad	7.5	22.5	\$337.50	\$0.00	\$337.50	\$16.88	\$354.38
11	Reuniones de seguimiento	50.5		\$135.00	\$0.00	\$135.00	\$6.75	\$141.75
12	Reunión Avance 1	0.5	1.5	\$22.50	\$0.00	\$22.50	\$1.13	\$23.63
13	Reunión Avance 2	0.5	1.5	\$22.50	\$0.00	\$22.50	\$1.13	\$23.63
14	Reunión Avance 3	0.5	1.5	\$22.50	\$0.00	\$22.50	\$1.13	\$23.63
15	Reunión Avance 4	0.5	1.5	\$22.50	\$0.00	\$22.50	\$1.13	\$23.63

16	Reunión Avance 5	0.5	1.5	\$22.50	\$0.00	\$22.50	\$1.13	\$23.63
17	Reunión Avance 6	0.5	1.5	\$22.50	\$0.00	\$22.50	\$1.13	\$23.63
18	Elaboración, corrección y presentación de informes	52		\$540.00	\$0.00	\$540.00	\$27.00	\$567.00
19	Informe Avance 1	2	6	\$90.00	\$0.00	\$90.00	\$4.50	\$94.50
20	Informe Avance 2	2	6	\$90.00	\$0.00	\$90.00	\$4.50	\$94.50
21	Informe Avance 3	2	6	\$90.00	\$0.00	\$90.00	\$4.50	\$94.50
22	Informe Avance 4	2	6	\$90.00	\$0.00	\$90.00	\$4.50	\$94.50
23	Informe Avance 5	2	6	\$90.00	\$0.00	\$90.00	\$4.50	\$94.50
24	Informe Avance 6	2	6	\$90.00	\$0.00	\$90.00	\$4.50	\$94.50
25	Análisis de situación actual	8	64	\$640.00	\$0.00	\$640.00	\$32.00	\$672.00
26	Recursos necesarios (HW/SW)	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
27	Estudiar requisitos de prueba de cada tarjeta	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
28	Definir los programas de SW necesarios y licencias	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
29	Definir los requerimientos técnicos del sitio de operación de la cámara de estrés de temperatura	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
30	Documentación de recursos HW/SW	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00
31	Crear documento con los recursos necesarios	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00

	para el proceso ESS							
32	Software	97	776	\$7,760.00	\$0.00	\$7,760.00	\$388.00	\$8,148.00
33	Módulo de comunicación	7	56	\$560.00	\$0.00	\$560.00	\$28.00	\$588.00
34	Comunicación entre instrumentación	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00
35	Establecer conexión física entre computador, chasis y cámara	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
36	Programar secuencia de comandos para la comunicación	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
37	Depurar comunicación entre la instrumentación	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
38	Bloqueo de pantalla de cámara	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
39	Programar la función para el bloqueo de la cámara	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
40	Módulo Chasis VXI	11	88	\$880.00	\$0.00	\$880.00	\$44.00	\$924.00
41	Operación remota del chasis	5	40	\$400.00	\$0.00	\$400.00	\$20.00	\$420.00
42	Programar encendido automático del chasis	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
43	Programar módulo para el manejo de comandos desde el computador	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
44	Depurar operación remota	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00

45	Reconocimiento automático de tarjetas	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00
46	Programar módulo de reconocimiento del número de parte ingresado a la cámara de estrés	5	40	\$400.00	\$0.00	\$400.00	\$20.00	\$420.00
47	Depurar reconocimiento automático de tarjetas	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
48	Módulo de perfiles de temperatura (específico para cada producto)	56	448	\$4,480.00	\$0.00	\$4,480.00	\$224.00	\$4,704.00
49	Frío	25	200	\$2,000.00	\$0.00	\$2,000.00	\$100.00	\$2,100.00
50	Programar rampa y pendiente de temperatura en frío	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
51	Programar el tiempo de estabilización	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
52	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	20	160	\$1,600.00	\$0.00	\$1,600.00	\$80.00	\$1,680.00
53	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
54	Depurar módulo en frío	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
55	Ambiente	13	104	\$1,040.00	\$0.00	\$1,040.00	\$52.00	\$1,092.00
56	Programar rampa y pendiente de temperatura en ambiente	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00

57	Programar el tiempo de estabilización	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
58	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	10	80	\$800.00	\$0.00	\$800.00	\$40.00	\$840.00
59	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
60	Depurar módulo en ambiente	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
61	Caliente	13	104	\$1,040.00	\$0.00	\$1,040.00	\$52.00	\$1,092.00
62	Programar rampa y pendiente de temperatura en caliente	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
63	Programar el tiempo de estabilización	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
64	Programar la secuencia de pruebas funcionales a ejecutar	10	80	\$800.00	\$0.00	\$800.00	\$40.00	\$840.00
65	Programar módulo para el almacenamiento de resultados	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
66	Depurar módulo en caliente	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
67	Módulo de calibración	5	40	\$400.00	\$0.00	\$400.00	\$20.00	\$420.00
68	Programar rutinas de calibración	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
69	Depurar módulo de calibración	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
70	Interfaz de usuario	9	72	\$720.00	\$0.00	\$720.00	\$36.00	\$756.00
71	Menú principal	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00

72	Establecer diseño y logo de la interfaz	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
73	Programar campos de opciones: "Número de serie", "Cancelar", "Salir", etc	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
74	Menú de pruebas	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00
75	Programar acciones requeridas antes o después de cada fase de prueba	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
76	Programar módulo de progreso de la fase de prueba	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
77	Depuración	7	56	\$560.00	\$0.00	\$560.00	\$28.00	\$588.00
78	Depurar interfaz de usuario	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
79	Depurar menú de pruebas	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
80	Módulo de alerta	14	112	\$1,120.00	\$500.00	\$1,620.00	\$81.00	\$1,701.00
81	Programación del dispositivo electrónico de alerta	3	24	\$240.00	\$500.00	\$740.00	\$37.00	\$777.00
82	Programar módulo de alerta (pager)	3	24	\$240.00	\$500.00	\$740.00	\$37.00	\$777.00
83	Manejo de alertas	11	88	\$880.00	\$0.00	\$880.00	\$44.00	\$924.00
84	Programar módulo de alerta para errores en tiempo de ejecución	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
85	Programar módulo de alerta cuando exista	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00

	fallo en pruebas funcionales							
86	Programar módulo de alerta para la conclusión del proceso de prueba	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
87	Depurar módulo de alerta	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
88	Integración y Pruebas	34.5	276	\$2,760.00	\$0.00	\$2,760.00	\$138.00	\$2,898.00
89	Unificación de módulos de software	23	184	\$1,840.00	\$0.00	\$1,840.00	\$92.00	\$1,932.00
90	Enlazar las funcionalidades de los módulos (habilitar el flujo continuo de código)	3	24	\$240.00	\$0.00	\$240.00	\$12.00	\$252.00
91	Depurar el funcionamiento integral del código	20	160	\$1,600.00	\$0.00	\$1,600.00	\$80.00	\$1,680.00
92	Pruebas de desarrollo	11.5	92	\$920.00	\$0.00	\$920.00	\$46.00	\$966.00
93	Tomar muestra (1 producto por familia) para verificar funcionalidad del flujo del código	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
94	Recolectar resultados de las pruebas de desarrollo	10	80	\$800.00	\$0.00	\$800.00	\$40.00	\$840.00
95	Evaluar resultados de pruebas de desarrollo	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
96	Plan de validación	16	128	\$1,280.00	\$0.00	\$1,280.00	\$64.00	\$1,344.00

97	Definición de pasos a ejecutar	4	32	\$320.00	\$0.00	\$320.00	\$16.00	\$336.00
98	Establecer el proceso de validación por parte de ingeniería (ejecutor del proyecto)	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
99	Definir el proceso de validación por parte de los usuarios (técnicos de reparación)	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
100	Recopilación de resultados	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00
101	Definir los datos a recopilar en cada uno de los procesos de validación	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
102	Recolectar y clasificar los datos obtenidos	5	40	\$400.00	\$0.00	\$400.00	\$20.00	\$420.00
103	Análisis de resultados	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00
104	Analizar los datos obtenidos en ambos procesos de validación	4	32	\$320.00	\$0.00	\$320.00	\$16.00	\$336.00
105	Comparar los datos del proceso actual con los del nuevo para estimar el impacto de la mejora	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
106	Documentación del proyecto	14	112	\$1,120.00	\$0.00	\$1,120.00	\$56.00	\$1,176.00
107	Manual de usuario	6	48	\$480.00	\$0.00	\$480.00	\$24.00	\$504.00

108	Crear sección de instalación de la aplicación	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
109	Crear sección de cómo ejecutar paso a paso la aplicación	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
110	Crear sección de resolución de problemas técnicos	2	16	\$160.00	\$0.00	\$160.00	\$8.00	\$168.00
111	Documentación del código fuente	8	64	\$640.00	\$0.00	\$640.00	\$32.00	\$672.00
112	Crear documento con cada una de las funciones implementadas	8	64	\$640.00	\$0.00	\$640.00	\$32.00	\$672.00
113	Capacitación de usuarios	2.5	20	\$200.00	\$0.00	\$200.00	\$10.00	\$210.00
114	Plan de entrenamiento	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
115	Definir el programa de capacitación para los usuarios	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
116	Selección de asistentes y cronograma de entrenamiento	1.5	12	\$120.00	\$0.00	\$120.00	\$6.00	\$126.00
117	Crear lista de los usuarios que recibirán la capacitación	0.5	4	\$40.00	\$0.00	\$40.00	\$2.00	\$42.00
118	Establecer el cronograma de sesiones de entrenamiento	1	8	\$80.00	\$0.00	\$80.00	\$4.00	\$84.00
119	Fin Proyecto ESS	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Granados, 2016

4.4.3 Monitoreo y control del costo.

Para realizar un monitoreo del costo a lo largo del proyecto se debe recurrir a una revisión de desempeño del mismo. Para esto, nuevamente se utiliza la plantilla del cuadro 16. A partir del reporte realizado y con la ayuda de la línea base del costo se revisa si el desempeño actual excede o se encuentra por debajo del presupuesto planeado.

4.5 Plan de Gestión de Riesgos

“El riesgo representa el impacto potencial de todas las amenazas u oportunidades que podrían afectar los logros de los objetivos del proyecto” (Lledó, 2013, p.286).

Con este plan de gestión se pretendió hacer una planificación de los riesgos mediante su respectiva identificación y análisis, con el fin de disminuir la probabilidad e impacto de los eventos negativos en el proyecto, y por el contrario propiciar la ocurrencia de eventos positivos (PMI, 2013).

En esta sección se tratan los siguientes temas:

1. Identificar los Riesgos.
2. Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos.
3. Planificar la Respuesta a los Riesgos.

En primera instancia, antes de proceder con la identificación de los riesgos potenciales del proyecto, se creó una estructura de desglose de riesgos (RBS) que aparece en la figura 17. Gracias a esta categorización se puede tener un panorama más claro acerca de las posibles fuentes de riesgos en el proyecto.

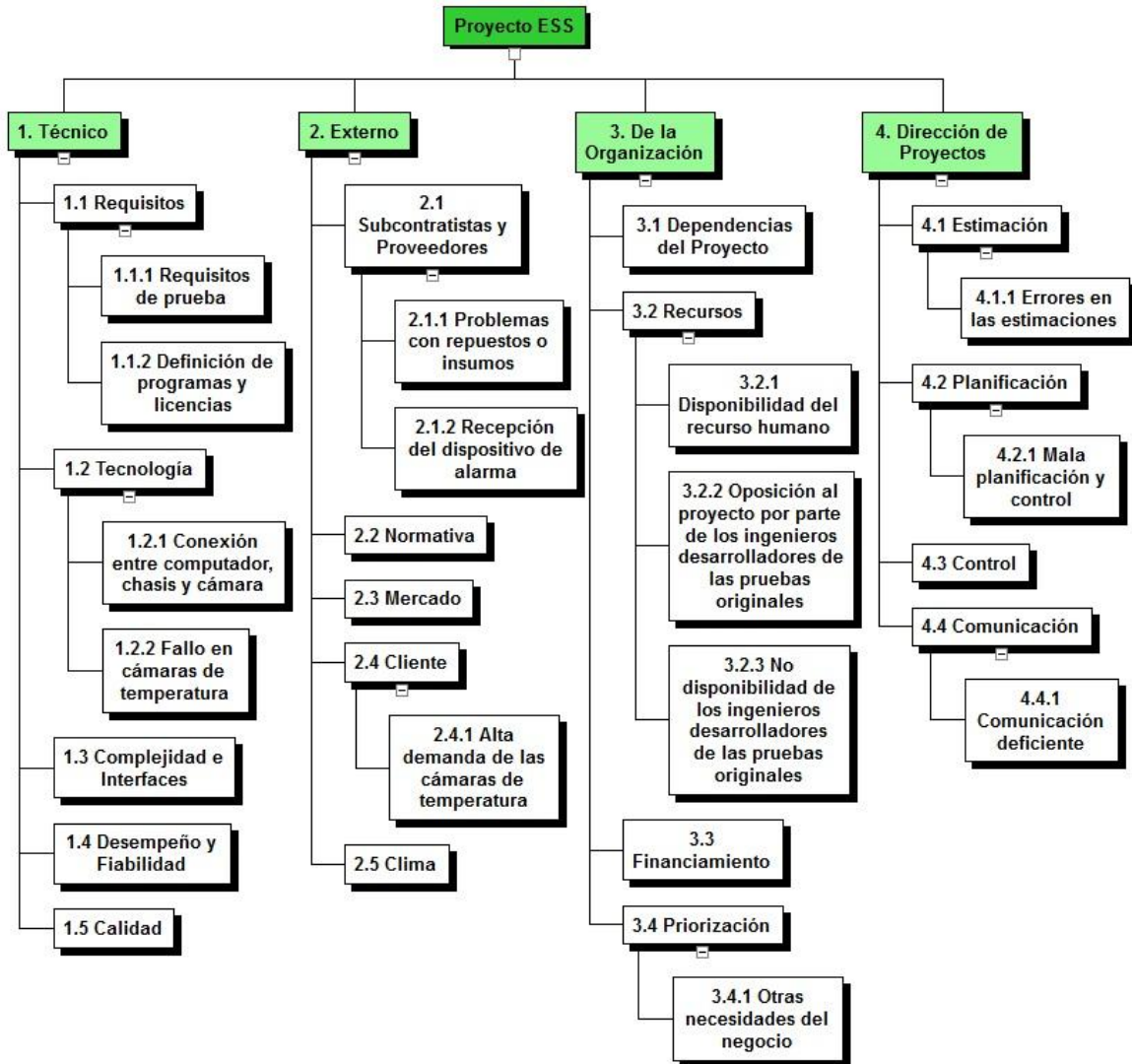


Figura 17 Estructura de Desglose de Riesgos del Proyecto.

Fuente: Granados, 2016

4.5.1 Identificar los Riesgos

La finalidad de esta etapa es la de identificar todos los posibles riesgos que pueden afectar el proyecto, así como sus características.

Para lograr lo anterior se utilizaron diversas herramientas como lo fueron las tormentas de ideas, en lo que se refiere a técnicas de recopilación de información, así como también el análisis de supuestos.

En el cuadro 21 a continuación se detalla la lista de riesgos potenciales del proyecto, en donde se asigna un código de identificación, así como las diferentes descripciones, las categorías a las que pertenecen y el impacto que tienen en el proyecto.

Cuadro 21. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto.

CÓDIGO	CAUSA	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	CATEGORÍA	IMPACTO
RT001	Pobre estudio de requisitos de prueba	Si al realizar el estudio de requisitos de prueba no se toman en cuenta todas las instrucciones de los procedimientos oficiales, posteriormente durante la programación de las rutinas a ejecutar en la cámara de estrés, el producto probado no cumplirá con los estándares requeridos por la compañía y se afectará la calidad del producto entregado al cliente.	Técnico - Requisitos	Calidad del proyecto
RT002	Pobre definición de programas y licencias	Si no se realiza un estudio adecuado de los programas de software y licencias necesarias se puede afectar la fecha de inicio del proyecto ya que no se podrá realizar la programación del código.	Técnico - Requisitos	Cronograma del proyecto
RT003	Conexión física entre computador, chasis y cámara	Si los cables de conexión entre el computador, el chasis y la cámara de temperatura se dañan, la comunicación se verá interrumpida afectando el avance del proyecto.	Técnico - Tecnología	Cronograma del proyecto
RT004	Fallo de alguna de las cámaras de temperatura	Si se presentan fallos técnicos en alguna de las cámaras de temperatura, se puede poner riesgo el avance del proyecto, ya que la reparación de tarjetas tendrá una prioridad mayor frente al proyecto.	Técnico - Tecnología	Cronograma del proyecto
RE001	Problemas con repuestos o insumos para la reparación de la cámara de temperatura	Si los subcontratistas o proveedores no tienen en su disposición los repuestos o insumos necesarios para reparar la(s) cámara(s) de temperatura en caso de daño o por mantenimiento preventivo, se puede ver impactado el avance del proyecto debido a la falta de disponibilidad del equipo necesario para probar el proyecto.	Externo - Subcontratistas y proveedores	Cronograma del proyecto
RE002	Atraso en la entrega del dispositivo de alarma	Si el proveedor seleccionado tiene un periodo de entrega muy largo (no disponibilidad del producto en inventario) o por algún motivo la entrega de dicho dispositivo excede su tiempo límite (inclusive el paquete se llega a perder), se corre el riesgo de un atraso en el cronograma en lo que respecta al desarrollo del módulo de alarmas y a su respectiva etapa de pruebas.	Externo - Subcontratistas y proveedores	Cronograma del proyecto

RE003	Alta demanda de las cámaras de temperatura	Si existe una alta cantidad de tarjetas por reparar, y por consiguiente se dispara el uso de las cámaras de temperatura para ejecutar las pruebas de la etapa final de reparación, el cronograma del proyecto puede verse impactado al no tener la suficiente disponibilidad para hacer pruebas, puesto que satisfacer la demanda del cliente tiene mayor prioridad frente al proyecto.	Externo - Cliente	Cronograma del proyecto
RO001	Limitada disponibilidad del recurso humano	Si durante el desarrollo del proyecto la ingeniera ejecutora tiene algún contratiempo (viaje de negocios a última hora o alguna otra necesidad personal de último minuto que atender) se puede ver impactado el avance del proyecto, ya que es el único recurso humano oficial con que se dispone.	Organizacional - Recursos	Cronograma del proyecto
RO002	Oposición al proyecto por parte de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si por algún motivo los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos llegan a oponerse al proyecto y a no compartir información considerando que se puede poner en riesgo la calidad de sus pruebas se puede ver impactada la ejecución del proyecto ya que se necesitará de más tiempo para comprender las pruebas originales y el software sobre el cual se encuentran desarrolladas.	Organizacional - Recursos	Cronograma del proyecto
RO003	No disponibilidad de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales no cuentan con el tiempo suficiente para atender consultas o brindar cualquier otro tipo de soporte se corre el riesgo de un retraso en el cronograma ya que se necesitará de más tiempo para tener una mejor comprensión del problema al que se pueda estar enfrentando en ese momento.	Organizacional - Recursos	Cronograma del proyecto
RO004	Priorización de proyectos para atender necesidades del negocio.	Si las necesidades del negocio llegan a cambiar dentro del periodo de ejecución del proyecto, se pone en riesgo el avance según el cronograma, ya que la nueva situación puede implicar dirigir esfuerzos hacia un nuevo proyecto dejando el actual ya sea con mínimo ancho de banda por parte de la ingeniera ejecutora o congelado hasta nuevo aviso.	Organizacional - Priorización	Cronograma del proyecto
RA001	Errores en las estimaciones	Si se presentan fallas en las estimaciones de las actividades como consecuencia de la poca experiencia realizando este tipo de proyectos se puede tener un fuerte impacto en el cronograma y en el presupuesto del proyecto.	Plan de dirección del proyecto - Estimación	Cronograma y Presupuesto del proyecto
RA002	Mala planificación y control	Si no se realiza una adecuada planificación del proyecto y por consiguiente se da una deficiente asignación de costos, entonces	Plan de dirección del proyecto -	Cronograma y Presupuesto

	presupuesto	se podría exceder el monto presupuestado y afectar la ejecución del proyecto.	Planificación	del proyecto
RA003	Comunicación	Si se da una comunicación deficiente frente a un problema que surja en cualquier etapa del desarrollo del proyecto se puede afectar el avance del mismo debido a desacuerdos posteriores en la toma de decisiones.	Plan de dirección del proyecto - Comunicación	Cronograma del proyecto

Fuente: Granados, 2016

4.5.2 Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos

Con el objetivo de realizar el análisis de los riesgos se utilizó el método cualitativo, es decir, por medio de la combinación de probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos es que se dio prioridad a los mismos. De esta manera “los riesgos se ordenan de acuerdo a su importancia relativa sobre los objetivos del proyecto” (Lledó, 2013, p.299).

Para utilizar la matriz de probabilidad por impacto, primero se debió partir de la ponderación para cada uno de estos rubros. En los cuadros 22 y 23 se puede observar el valor asignado a cada categoría de probabilidad e impacto.

Cuadro 22. Escala de Probabilidad.

Escala de Probabilidad	Valor Asignado
Muy probable	0.90
Bastante probable	0.70
Probable	0.50
Poco probable	0.30
Muy poco probable	0.10

Fuente: Granados basado en PMI, 2016

Cuadro 23. Escala de Impacto.

Escala de Impacto	Valor Asignado
Muy alto	0.80
Alto	0.40
Moderado	0.20
Bajo	0.10
Muy bajo	0.05

Fuente: Granados basado en PMI, 2016

Cada una de las escalas de probabilidad e impacto asignadas en los cuadros anteriores son producto de la evaluación realizada durante la reunión dedicada a los riesgos del proyecto. Por medio de ésta, todos los asistentes, entre los que se incluyen, el patrocinador, la ingeniera ejecutora y los técnicos especialistas en reparación ayudaron a la dirección del proyecto mediante el acuerdo de dichos valores para ser utilizados posteriormente al momento de ponderar los riesgos identificados del proyecto.

Basado en dichas escalas de probabilidad e impacto, se creó el cuadro 24, en donde se resume los productos obtenidos de su combinación. De dicho cuadro puede apreciarse que las celdas en verde representan valores de bajo riesgo, los de amarillo son moderados y los rojos constituyen un alto riesgo en caso de presentarse.

Cuadro 24. Matriz de Probabilidad por Impacto.

Impacto \ Probabilidad	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08

Fuente: Granados basado en PMI, 2016

Tomando el cuadro 24 como referencia se asignan diferentes pesos a la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada uno de los riesgos identificados previamente para el proyecto. De esta forma se construye el cuadro 25 en donde se clasifican los riesgos del proyecto, lo cual es de utilidad para su posterior clasificación.

Cuadro 25. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto con Priorización.

CÓDIGO	CAUSA	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	RANGO
RE003	Alta demanda de las cámaras de temperatura	Si existe una alta cantidad de tarjetas por reparar, y por consiguiente se dispara el uso de las cámaras de temperatura para ejecutar las pruebas de la etapa final de reparación, el cronograma del proyecto puede verse impactado al no tener la suficiente disponibilidad para hacer pruebas, puesto que satisfacer la demanda del cliente tiene mayor prioridad frente al proyecto.	0.90	0.80	0.72
RT003	Conexión física entre computador, chasis y cámara	Si los cables de conexión entre el computador, el chasis y la cámara de temperatura se dañan, la comunicación se verá interrumpida afectando el avance del proyecto.	0.30	0.80	0.24
RO001	Disponibilidad del recurso humano	Si se durante el desarrollo del proyecto la ingeniera ejecutora tiene algún contratiempo (viaje de negocios a última hora o alguna otra necesidad personal de último minuto que atender) se puede ver impactado el avance del proyecto, ya que es el único recurso humano oficial con que se dispone.	0.30	0.80	0.24
RO004	Priorización de proyectos para atender necesidades del negocio.	Si las necesidades del negocio llegan a cambiar dentro del periodo de ejecución del proyecto, se pone en riesgo el avance según el cronograma, ya que la nueva situación puede implicar dirigir esfuerzos hacia un nuevo proyecto dejando el actual ya sea con mínimo ancho de banda por parte de la ingeniera ejecutora o congelado hasta nuevo aviso.	0.30	0.80	0.24
RO003	No disponibilidad de los ingenieros desarrolladores	Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales no cuentan con el tiempo suficiente para atender consultas o brindar cualquier otro tipo de soporte se corre el riesgo de un retraso en el cronograma ya que se	0.50	0.40	0.20

	de las pruebas originales de los productos.	necesitará de más tiempo para tener una mejor comprensión del problema al que se pueda estar enfrentando en ese momento.			
RT004	Fallo de alguna de las cámaras de temperatura	Si se presentan fallos técnicos en alguna de las cámaras de temperatura, se puede poner riesgo el avance del proyecto, ya que la reparación de tarjetas tendrá una prioridad mayor frente al proyecto.	0.30	0.40	0.12
RO002	Oposición al proyecto por parte de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si por algún motivo los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos llegaran a oponerse al proyecto y a no compartir información considerando que se puede poner en riesgo la calidad de sus pruebas se puede ver impactada la ejecución del proyecto ya que se necesitará de más tiempo para comprender las pruebas originales y el software sobre el cual se encuentran desarrolladas.	0.30	0.40	0.12
RE002	Recepción del dispositivo de alarma	Si el proveedor seleccionado tiene un periodo de entrega muy largo (no disponibilidad del producto en inventario) o por algún motivo la entrega de dicho dispositivo excede su tiempo límite (inclusive el paquete se llega a perder), se corre el riesgo de un atraso en el cronograma en lo que respecta al desarrollo del módulo de alarmas y a su respectiva etapa de pruebas.	0.50	0.20	0.10
RT001	Pobre estudio de requisitos de prueba	Si al realizar el estudio de requisitos de prueba no se toman en cuenta todas las instrucciones de los procedimientos oficiales, posteriormente durante la programación de las rutinas a ejecutar en la cámara de estrés, el producto probado no cumplirá con los estándares requeridos por la compañía y se afectará la calidad del producto entregado al cliente.	0.30	0.20	0.06

RA001	Errores en las estimaciones	Si se presentan fallas en las estimaciones de las actividades como consecuencia de la poca experiencia realizando este tipo de proyectos se puede tener un fuerte impacto en el cronograma y en el presupuesto del proyecto.	0.30	0.20	0.06
RA002	Mala planificación y control presupuesto	Si no se realiza una adecuada planificación del proyecto y por consiguiente se da una deficiente asignación de costos, entonces se podría exceder el monto presupuestado y afectar la ejecución del proyecto.	0.30	0.20	0.06
RE001	Problemas con repuestos o insumos para la reparación de la cámara de temperatura	Si los subcontratistas o proveedores no tienen en su disposición los repuestos o insumos necesarios para reparar la(s) cámara(s) de temperatura en caso de daño o por mantenimiento preventivo, se puede ver impactado el avance del proyecto debido a la falta de disponibilidad del equipo necesario para probar el proyecto.	0.10	0.40	0.04
RT002	Pobre definición de programas y licencias	Si no se realiza un estudio adecuado de los programas de software y licencias necesarias se puede afectar la fecha de inicio del proyecto ya que no se podrá realizar la programación del código.	0.10	0.20	0.02
RA003	Comunicación	Si se da una comunicación deficiente frente a un problema que surja en cualquier etapa del desarrollo del proyecto se puede afectar el avance del mismo debido a desacuerdos posteriores en la toma de decisiones.	0.10	0.10	0.01

Fuente: Granados, 2016

4.5.3 Planificar la Respuesta a los Riesgos.

PMI (2013) afirma: “Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto” (p.342).

Tomando en consideración que ya se identificaron los riesgos del proyecto, ahora el siguiente paso consistió en definir estrategias para abordarlos, tal y como puede apreciarse en el cuadro 26.

Las estrategias a las que se recurrieron como respuesta a los diferentes riesgos del proyecto se mencionan a continuación:

Evitar: Básicamente esta estrategia se basa en eliminar la amenaza por completo.

Transferir: Mediante una transferencia del riesgo, un tercero es el responsable del impacto de una amenaza, así como también de la respuesta ante ésta. Dicho de otra forma, el riesgo no se elimina, solamente que la gestión está ahora a cargo de una tercera parte.

Mitigar: Por medio de la mitigación de riesgos se intenta reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto de un riesgo.

Aceptar: Con la aceptación se decide no tomar ninguna medida a menos que el riesgo se presente.

Cuadro 26. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto con Plan de Respuesta.

CÓDIGO	CAUSA	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	RANGO	ESTRATEGIA	RESPUESTA	RESPONSABLE
RE003	Alta demanda de las cámaras de temperatura	Si existe una alta cantidad de tarjetas por reparar, y por consiguiente se dispara el uso de las cámaras de temperatura para ejecutar las pruebas de la etapa final de reparación, el cronograma del proyecto puede verse impactado al no tener la suficiente disponibilidad para hacer pruebas, puesto que satisfacer la demanda del cliente tiene mayor prioridad frente al proyecto.	0.90	0.80	0.72	Aceptar	El servicio al cliente es prioridad para la compañía. En caso de darse un aumento en las tarjetas defectuosas por reparar, indudablemente se tendrá que restringir las horas de uso de la cámara para efectos de desarrollo del proyecto.	Ingeniera ejecutora
RT003	Conexión física entre computador, chasis y cámara	Si los cables de conexión entre el computador, el chasis y la cámara de temperatura se dañan, la comunicación se verá interrumpida afectando el avance del proyecto.	0.30	0.80	0.24	Mitigar	Tener otro conjunto de cables de respaldo, y al momento de ocurrir el daño proceder a reemplazarlos.	Ingeniera ejecutora
RO001	Disponibilidad del recurso humano	Si durante el desarrollo del proyecto la ingeniera ejecutora tiene algún contratiempo (viaje de negocios a última hora o alguna otra necesidad personal de último minuto que atender) se puede ver impactado el avance del proyecto, ya que es el único recurso humano oficial con que se dispone.	0.30	0.80	0.24	Mitigar	Tener un recurso adicional que se haga cargo de las tareas del proyecto.	Supervisor del área STG

RO004	Priorización de proyectos para atender necesidades del negocio.	Si las necesidades del negocio llegan a cambiar dentro del periodo de ejecución del proyecto, se pone en riesgo el avance según el cronograma, ya que la nueva situación puede implicar dirigir esfuerzos hacia un nuevo proyecto dejando el actual ya sea con mínimo ancho de banda por parte de la ingeniera ejecutora o congelado hasta nuevo aviso.	0.30	0.80	0.24	Aceptar	Las necesidades del negocio son prioritarias, y si esto llega a suceder no quedará más que esperar a que el proyecto vuelva a tomar importancia frente al resto de las nuevas asignaciones.	Patrocinador del proyecto
RO003	No disponibilidad de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales no cuentan con el tiempo suficiente para atender consultas o brindar cualquier otro tipo de soporte se corre el riesgo de un retraso en el cronograma ya que se necesitará de más tiempo para tener una mejor comprensión del problema al que se pueda estar enfrentando en ese momento.	0.50	0.40	0.20	Aceptar	En caso de que los ingenieros involucrados con las pruebas no tengan disponibilidad para atender dudas habrá que esperar por su respuesta, y mientras tanto se necesitará dedicar más tiempo a encontrar la información en otro sitio, dado que estas personas son las únicas capacitadas en la materia (ningún otro grupo dentro de la compañía dispone del conocimiento específico que éstos poseen.).	Ingeniera ejecutora
RT004	Fallo de alguna de las cámaras de temperatura	Si se presentan fallos técnicos en alguna de las cámaras de temperatura, se puede poner riesgo el avance del proyecto, ya que la reparación de tarjetas tendrá una prioridad mayor frente al proyecto.	0.30	0.40	0.12	Mitigar	Realizar el mantenimiento preventivo de manera puntual para diagnosticar posibles fallos.	Ingeniera ejecutora

RO002	Oposición al proyecto por parte de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si por algún motivo los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos llegan a oponerse al proyecto y a no compartir información considerando que se puede poner en riesgo la calidad de sus pruebas se puede ver impactada la ejecución del proyecto ya que se necesitará de más tiempo para comprender las pruebas originales y el software sobre el cual se encuentran desarrolladas.	0.30	0.40	0.12	Mitigar	Demostrar a los directivos del área STG en la casa matriz que el proyecto da gran valor agregado a las operaciones para que así ellos tengan disposición de ofrecer la ayuda de sus ingenieros del área.	Supervisor del área STG / Ingeniera
RE002	Recepción del dispositivo de alarma	Si el proveedor seleccionado tiene un periodo de entrega muy largo (no disponibilidad del producto en inventario) o por algún motivo la entrega de dicho dispositivo excede su tiempo límite (inclusive el paquete se llega a perder), se corre el riesgo de un atraso en el cronograma en lo que respecta al desarrollo del módulo de alarmas y a su respectiva etapa de pruebas.	0.50	0.20	0.10	Mitigar	Hacer el pedido con anticipación para que llegue con tiempo.	Ingeniera ejecutora
RT001	Pobre estudio de requisitos de prueba	Si al realizar el estudio de requisitos de prueba no se toman en cuenta todas las instrucciones de los procedimientos oficiales, posteriormente durante la programación de las rutinas a ejecutar en la cámara de estrés, el producto probado no cumplirá con los estándares requeridos por la compañía y se afectará la calidad del producto entregado al cliente.	0.30	0.20	0.06	Evitar	Dirigirse a la base de datos que contiene todos los procedimientos oficiales de prueba de cada tarjeta y hacer la programación del código basado en éstos.	Ingeniera ejecutora
RA001	Errores en las estimaciones	Si se presentan fallas en las estimaciones de las actividades como consecuencia de la poca experiencia realizando este tipo de proyectos se puede tener un fuerte impacto en el cronograma y en el presupuesto del proyecto.	0.30	0.20	0.06	Evitar	Buscar asesoría de los expertos para estimar de manera adecuada el tiempo de las tareas, así como también de cualquier otro detalle necesario para mejorar la estimación.	Director del Proyecto
RA002	Mala planificación y control presupuesto	Si no se realiza una adecuada planificación del proyecto y por consiguiente se da una deficiente asignación de costos, entonces se podría exceder el monto presupuestado y afectar la ejecución del proyecto.	0.30	0.20	0.06	Evitar	Buscar asesoría de expertos para lograr una asignación correcta de los recursos.	Director del Proyecto

RE001	Problemas con repuestos o insumos para la reparación de la cámara de temperatura	Si los subcontratistas o proveedores no tienen en su disposición los repuestos o insumos necesarios para reparar la(s) cámara(s) de temperatura en caso de daño o por mantenimiento preventivo, se puede ver impactado el avance del proyecto debido a la falta de disponibilidad del equipo necesario para probar el proyecto.	0.10	0.40	0.04	Mitigar	Hacer una lista de los insumos críticos (difíciles de conseguir o cuyo tiempo de espera es largo) y comprarlos anticipadamente para tenerlos en stock interno y así puedan ser utilizados en cada uno de los mantenimientos preventivos o en caso de daño inesperado.	Departamento de facilities.
RT002	Pobre definición de programas y licencias	Si no se realiza un estudio adecuado de los programas de software y licencias necesarias se puede afectar la fecha de inicio del proyecto ya que no se podrá realizar la programación del código.	0.10	0.20	0.02	Evitar	Dirigirse a la lista oficial del software requerido por cada tarjeta presente en cada uno de los procedimientos oficiales de prueba para utilizarlos durante el desarrollo del proyecto.	Ingeniera ejecutora
RA003	Comunicación	Si se da una comunicación deficiente frente a un problema que surja en cualquier etapa del desarrollo del proyecto se puede afectar el avance del mismo debido a desacuerdos posteriores en la toma de decisiones.	0.10	0.10	0.01	Evitar	Coordinar que se entreguen avances semanales para evaluar el progreso del proyecto vía correo electrónico, así como también la coordinación de reuniones de seguimiento.	Director del Proyecto

Fuente: Granados, 2016

A partir del plan de respuesta a los riesgos que se presentó anteriormente se sabe que existen riesgos que pueden ser evitados y mitigados desde esta etapa de planeación. Es por esta razón que en la plantilla del cuadro 27 se realiza una segunda iteración para mostrar cómo queda la matriz de riesgos del proyecto una vez que las acciones en respuesta a éstos hayan sido ejecutadas. De esta forma, después de esta iteración se estará en presencia de los riesgos residuales y que son los que únicamente se pueden presentar durante la fase de ejecución del proyecto.

Cuadro 27. Plantilla de Registro de Riesgos del Proyecto con Plan de Respuesta (Segunda Iteración).

CÓDIGO	CAUSA	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	RANGO	ESTRATEGIA	RESPUESTA	RESPONSABLE
RE003	Alta demanda de las cámaras de temperatura	Si existe una alta cantidad de tarjetas por reparar, y por consiguiente se dispara el uso de las cámaras de temperatura para ejecutar las pruebas de la etapa final de reparación, el cronograma del proyecto puede verse impactado al no tener la suficiente disponibilidad para hacer pruebas, puesto que satisfacer la demanda del cliente tiene mayor prioridad frente al proyecto.	0.90	0.80	0.72	Aceptar	El servicio al cliente es prioridad para la compañía. En caso de darse un aumento en las tarjetas defectuosas por reparar, indudablemente se tendrá que restringir las horas de uso de la cámara para efectos de desarrollo del proyecto.	Ingeniera ejecutora
RO004	Priorización de proyectos para atender necesidades del negocio.	Si las necesidades del negocio llegan a cambiar dentro del periodo de ejecución del proyecto, se pone en riesgo el avance según el cronograma, ya que la nueva situación puede implicar dirigir esfuerzos hacia un nuevo proyecto dejando el actual ya sea con mínimo ancho de banda por parte de la ingeniera ejecutora o congelado hasta nuevo aviso.	0.30	0.80	0.24	Aceptar	Las necesidades del negocio son prioritarias, y si esto llega a suceder no quedará más que esperar a que el proyecto vuelva a tomar importancia frente al resto de las nuevas asignaciones.	Patrocinador del proyecto

RO003	No disponibilidad de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales no cuentan con el tiempo suficiente para atender consultas o brindar cualquier otro tipo de soporte se corre el riesgo de un retraso en el cronograma ya que se necesitará de más tiempo para tener una mejor comprensión del problema al que se pueda estar enfrentando en ese momento.	0.50	0.40	0.20	Aceptar	En caso de que los ingenieros involucrados con las pruebas no tengan disponibilidad para atender dudas habrá que esperar por su respuesta, y mientras tanto se necesitará dedicar más tiempo a encontrar la información en otro sitio, dado que estas personas son las únicas capacitadas en la materia (ningún otro grupo dentro de la compañía dispone del conocimiento específico que éstos poseen.).	Ingeniera ejecutora
RA001	Errores en las estimaciones	Si se presentan fallas en las estimaciones de las actividades como consecuencia de la poca experiencia realizando este tipo de proyectos se puede tener un fuerte impacto en el cronograma y en el presupuesto del proyecto.	0.30	0.20	0.06	Evitar	Buscar asesoría de los expertos para estimar de manera adecuada el tiempo de las tareas, así como también de cualquier otro detalle necesario para mejorar la estimación.	Director del Proyecto
RA002	Mala planificación y control presupuesto	Si no se realiza una adecuada planificación del proyecto y por consiguiente se da una deficiente asignación de costos, entonces se podría exceder el monto presupuestado y afectar la ejecución del proyecto.	0.30	0.20	0.06	Evitar	Buscar asesoría de expertos para lograr una asignación correcta de los recursos.	Director del Proyecto

RE001	Problemas con repuestos o insumos para la reparación de la cámara de temperatura	Si los subcontratistas o proveedores no tienen en su disposición los repuestos o insumos necesarios para reparar la(s) cámara(s) de temperatura en caso de daño o por mantenimiento preventivo, se puede ver impactado el avance del proyecto debido a la falta de disponibilidad del equipo necesario para probar el proyecto.	0.10	0.40	0.04	Mitigar	Hacer una lista de los insumos críticos (difíciles de conseguir o cuyo tiempo de espera es largo) y comprarlos anticipadamente para tenerlos en stock interno y así puedan ser utilizados en cada uno de los mantenimientos preventivos o en caso de daño inesperado.	Departamento de facilites.
RT001	Pobre estudio de requisitos de prueba	Si al realizar el estudio de requisitos de prueba no se toman en cuenta todas las instrucciones de los procedimientos oficiales, posteriormente durante la programación de las rutinas a ejecutar en la cámara de estrés, el producto probado no cumplirá con los estándares requeridos por la compañía y se afectará la calidad del producto entregado al cliente.	0.30	0.10	0.03	Evitar	Dirigirse a la base de datos que contiene todos los procedimientos oficiales de prueba de cada tarjeta y hacer la programación del código basado en éstos. Los procedimientos han sido estudiados y se cuentan con todos los requisitos listos para la programación respectiva.	Ingeniera ejecutora
RE002	Recepción del dispositivo de alarma	Si el proveedor seleccionado tiene un periodo de entrega muy largo (no disponibilidad del producto en inventario) o por algún motivo la entrega de dicho dispositivo excede su tiempo límite (inclusive el paquete se llega a perder), se corre el riesgo de un atraso en el cronograma en lo que respecta al desarrollo del módulo de alarmas y a su respectiva etapa de pruebas.	0.50	0.05	0.03	Mitigar	El pedido se ha hecho con anticipación y estará en el país antes de iniciar la etapa de programación del módulo de alarma.	Ingeniera ejecutora

RO001	Disponibilidad del recurso humano	Si durante el desarrollo del proyecto la ingeniera ejecutora tiene algún contratiempo (viaje de negocios a última hora o alguna otra necesidad personal de último minuto que atender) se puede ver impactado el avance del proyecto, ya que es el único recurso humano oficial con que se dispone.	0.30	0.10	0.03	Mitigar	Tener un recurso adicional que se haga cargo de las tareas del proyecto. En este caso se podría dividir la labor con el otro ingeniero responsable del área o contratar a un estudiante para que éste realice el trabajo como su proyecto de graduación.	Supervisor del área STG
RT004	Fallo de alguna de las cámaras de temperatura	Si se presentan fallos técnicos en alguna de las cámaras de temperatura, se puede poner riesgo el avance del proyecto, ya que la reparación de tarjetas tendrá una prioridad mayor frente al proyecto.	0.30	0.10	0.03	Mitigar	Realizar el mantenimiento preventivo de manera puntual para diagnosticar posibles fallos. De igual forma, en caso de presentarse algún fallo inesperado, el inventario interno de repuestos con que se cuenta puede solventar el problema.	Ingeniera ejecutora
RO002	Oposición al proyecto por parte de los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos.	Si por algún motivo los ingenieros desarrolladores de las pruebas originales de los productos llegaran a oponerse al proyecto y a no compartir información considerando que se puede poner en riesgo la calidad de sus pruebas se puede ver impactada la ejecución del proyecto ya que se necesitará de más tiempo para comprender las pruebas originales y el software sobre el cual se encuentran desarrolladas.	0.30	0.05	0.02	Mitigar	Demostrar a los directivos del área STG en la casa matriz que el proyecto da gran valor agregado a las operaciones para que así ellos tengan disposición de ofrecer la ayuda de sus ingenieros del área. Por medio de su última visita a Costa Rica se les demostró la utilidad del proyecto, y el ahorro en tiempo que beneficia las métricas del área.	Supervisor del área STG / Ingeniera

RT003	Conexión física entre computador, chasis y cámara	Si los cables de conexión entre el computador, el chasis y la cámara de temperatura se dañan, la comunicación se verá interrumpida afectando el avance del proyecto.	0.30	0.05	0.02	Mitigar	Segundo conjunto de cables se tiene a disposición en caso de daño a los actuales, razón por la cual el impacto es sumamente bajo.	Ingeniera ejecutora
RT002	Pobre definición de programas y licencias	Si no se realiza un estudio adecuado de los programas de software y licencias necesarias se puede afectar la fecha de inicio del proyecto ya que no se podrá realizar la programación del código.	0.10	0.20	0.02	Evitar	Dirigirse a la lista oficial del software requerido por cada tarjeta presente en cada uno de los procedimientos oficiales de prueba para utilizarlos durante el desarrollo del proyecto.	Ingeniera ejecutora
RA003	Comunicación	Si se da una comunicación deficiente frente a un problema que surja en cualquier etapa del desarrollo del proyecto se puede afectar el avance del mismo debido a desacuerdos posteriores en la toma de decisiones.	0.10	0.10	0.01	Evitar	Coordinar que se entreguen avances semanales para evaluar el progreso del proyecto vía correo electrónico, así como también la coordinación de reuniones de seguimiento.	Director del Proyecto

Fuente: Granados, 2016

4.5.4 Monitoreo y control de los riesgos.

Para el seguimiento y control de los riesgos se recomienda hacer una revisión semanal de los mismos, así como identificar nuevos riesgos e implementar los planes de respuesta propuestos en las plantillas anteriores.

4.6 Plan de Gestión de la Calidad

“La gestión de la calidad implica que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió” (Lledó, 2013, p.204).

Por su parte, PMI (2013) se refiere a la Gestión de la Calidad del proyecto como aquella que “utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, en la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso...”(p.227).

La calidad es un factor importante a considerar en un proyecto, ya que no sólo se aplica a sí mismo, sino también a cada uno de los entregables, con lo que se espera se cumpla con las expectativas de los clientes y de la organización.

4.6.1 Planificar la Gestión de la Calidad.

Por medio de un Plan de Gestión de la Calidad se busca primordialmente lo siguiente en lo que se refiere al proyecto y a sus entregables:

- Identificar requisitos.
- Definir estándares de calidad.

Este plan constituye la guía para gestionar y validar la calidad.

Rose (2005) hace referencia a los cuatro elementos que conforman el marco general para los planes de gestión de la calidad, los cuales se mencionan a continuación:

1. **Política de Calidad:** Expresa lo que busca la organización ejecutora en lo que respecta la calidad de los productos o servicios que ofrece.
2. **¿Quién la tiene a cargo?:** Debe estar fundamentada en la infraestructura organizacional y del proyecto, y en donde se conoce las responsabilidades de cada uno de los miembros. No es solo tener a cargo la calidad, es hacerse responsable de ella.

3. **¿Hacia dónde vamos?:** Para tener una gestión efectiva de la calidad se necesita de objetivos específicos de desempeño.
4. **¿Cómo vamos a llegar allá?:** Para cumplir con la calidad establecida se requiere de procesos, recursos y estándares. Los procesos son necesarios para conocer lo que el equipo debe realizar para alcanzar las metas del proyecto. Parte importante en este punto es la identificación de los estándares a aplicar, y en el caso específico de este proyecto éstos estándares giran en torno a las disposiciones en cuanto a la reparación de las tarjetas electrónicas, tal y como se establecen en los procedimientos oficiales de reparación de la compañía.

Para elaborar el plan de gestión de la calidad de este proyecto se partió de la política de calidad de la empresa:

“El esfuerzo continuo de cada uno de los grupos que conforman la organización para entender, cumplir y exceder las expectativas de nuestros clientes para cada producto y servicio que ofrecemos.”

A partir de aquí se continuó con la definición de los factores relevantes de calidad, los cuales pueden apreciarse en el cuadro 28.

Cuadro 28. Factores relevantes de calidad del proyecto.

Factor	Definición del factor	Objetivo de Calidad
Desempeño del presupuesto asignado para el proyecto	Conlleva un control de gastos durante la ejecución del proyecto con el fin de evitar los sobre costos.	Alcanzar un CPI superior a 0,95 para lograr el cumplimiento del presupuesto asignado.
Desempeño del cronograma del trabajo.	Implica cumplimiento de los hitos establecidos y del plazo total pactado para la culminación del proyecto.	Lograr un SPI superior a 0.95 con el fin de garantizar el cumplimiento del plazo pactado para la puesta en marcha de la solución.
Validación del funcionamiento del Sistema Automático de Prueba (ATE) en conjunto de la cámara de estrés de temperatura que son los responsables de la ejecución de las pruebas funcionales de las tarjetas bajo condiciones especiales de temperatura.	Comprende que todos los instrumentos que conforman el ATE sean funcionales y estén dentro de los parámetros de calibración establecidos para garantizar la precisión de las pruebas.	Conseguir que cada instrumento que compone el ATE esté dentro de los límites establecidos de funcionamiento normal y que la cámara de temperatura se encuentre dentro de los parámetros establecidos de operación.
Verificación de la comunicación entre la computadora, el chasis y la cámara de temperatura.	Implica que las conexiones entre la computadora, el chasis y la cámara de temperatura se encuentren en buen estado para que permitan el paso de comandos desde la computadora para que tanto el chasis como la cámara respondan a las instrucciones deseadas.	Lograr que el 100% de los comandos sean reconocidos tanto por el chasis como por la cámara de temperatura.
Verificación del funcionamiento de la interfaz de usuario.	Conlleva que el usuario sea capaz de controlar el flujo de pruebas de la tarjeta en cuestión dentro de la cámara de temperatura directamente desde la interfaz de usuario en el computador.	Que el usuario pueda ingresar el número de serie de la tarjeta a probar; que sea capaz de elegir entre ejecutar el proceso completo de ESS o solamente seleccionar una fase de éste; que sea alertado de acciones que deban ejecutarse antes o después de las etapas de ESS y que muestre en pantalla la fase actual en la que se encuentra el proceso de prueba, el procedimiento respectivo y el tiempo restante para completar la

		ejecución.
Validación de los perfiles de temperatura y la ejecución de las pruebas funcionales a la tarjeta en cuestión.	Implica validar que la cámara se encuentra a la temperatura correcta al momento de ejecutar las pruebas funcionales correspondientes a esa temperatura, y que dichas pruebas sean las correctas. Además que se almacenen los resultados finales de cada etapa (frío, ambiente, caliente).	Aplicar análisis estadístico a los resultados obtenidos de las pruebas según la temperatura de la que se trate y verificar que éstos se encuentran dentro de los límites establecidos según la tarjeta electrónica en cuestión.
Validación de la solución completa.	Implica la verificación completa de la solución y la estabilización del proceso mediante la prueba de tarjetas de diferentes familias.	Lograr que el porcentaje total de tarjetas probadas que pasen la totalidad de las pruebas de funcionalidad sea superior al 95%
Tiempo improductivo durante proceso de pruebas	Comprende el tiempo que el proceso de pruebas tarda de más por causa del factor humano.	Lograr que el tiempo improductivo del proceso sea igual o menor al 5% del tiempo total teórico que dura el procedimiento de prueba ESS en ser ejecutado en su totalidad.
Documentación	Implica la creación de documentos para explicar cómo se instala y se ejecuta la aplicación, así como la manera de resolver conflictos técnicos y de entender el código fuente por medio de los comentarios a éste.	Obtener en total cuatro manuales para cada uno de los puntos expuestos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación. 2. Cómo utilizar la aplicación. 3. Resolución de problemas técnicos. 4. Manual con las funciones que componen el código comentadas.

Capacitación	Implica crear un plan de entrenamiento para capacitar a los usuarios finales del proceso automatizado.	Capacitar al 100% los técnicos especialistas en reparación del área STG que tengan vínculo directo con el proceso.
--------------	--	--

Fuente: Granados, 2016

Por su parte, se continuó con el establecimiento de las métricas, las cuales están estrechamente relacionadas con estándares y especificaciones. En este caso se puso como base los procedimientos de prueba específicos para cada una de las tarjetas, además de tomar en consideración al ISO 9001 por ser el estándar de calidad bajo el cual se rige la compañía. En el cuadro 29 se encuentran las métricas de calidad para este proyecto.

Cuadro 29. Métricas de calidad del proyecto.

Factor	Métrica (s)	Definición de métrica	Resultado esperado	Frecuencia de medición	Responsable
Desempeño del presupuesto asignado para el proyecto	CPI (Cost Performance Index)	Los datos planificados se obtendrán del plan del proyecto, mientras que los del desempeño se obtendrán del registro diario de avance y el control de gastos del proyecto.	CPI > 95%	Mensual	Director de proyecto
Desempeño del cronograma del trabajo.	SPI (Schedule Performance Index)	Los datos planificados se obtendrán del plan del proyecto, mientras que los del desempeño del cronograma se obtendrán del registro diario de avance del proyecto.	SPI > 95%	Mensual	Director de proyecto
Validación del funcionamiento del Sistema Automático de Prueba (ATE) en conjunto de la cámara de estrés de temperatura que son los responsables de la ejecución de las pruebas funcionales de las tarjetas bajo condiciones especiales de temperatura.	Porcentaje de instrumentos que pasan las pruebas de verificación y calibración.	Cada instrumento debe cumplir conforme a los límites establecidos para cada prueba de verificación y calibración que se ejecuta sobre él.	Cantidad de instrumentos que pasan las pruebas > 98%	Bisemanal	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.

Verificación de la comunicación entre la computadora, el chasis y la cámara de temperatura.	Porcentaje de comandos reconocidos por el chasis y la cámara.	Tanto el chasis como la cámara deben ser capaces de reconocer la totalidad de comandos involucrados para implementar la solución y que son enviados desde la computadora. A la vez debe ser capaz de responder adecuadamente a ellos.	Cantidad de comandos recibidos y ejecutados correctamente = 100%	Diaria	Ingeniera ejecutora.
Verificación del funcionamiento de la interfaz de usuario.	Conveniencia de representación.	Posiciones absolutas y relativas de cada entidad de representación (íconos, textos, botones), la frecuencia con la que se utiliza cada una de las opciones en pantalla y el costo que tiene pasar de una opción a la otra contribuye con la conveniencia de una interfaz.	Respuesta del usuario final por medio de una encuesta de valoración: la opinión del usuario con respecto al uso de la interfaz será el factor clave para definirla finalmente. Dicha valoración se hará por medio de la ponderación asignada por quien llena la encuesta.	Diaria durante el proceso de verificación de esta etapa.	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área de STG (usuarios finales).
Validación de los perfiles de temperatura y la ejecución de las pruebas funcionales a la tarjeta en cuestión.	Porcentaje de pruebas funcionales que pasan exitosamente.	Para que una tarjeta se considere reparada necesita pasar el 100% de las pruebas funcionales ejecutadas a las tres diferentes temperaturas. Sólo así podrá enviarse de vuelta al cliente.	Porcentaje de pruebas funcionales que pasan exitosamente = 100%	Diaria al término de esta etapa.	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área del STG.

Validación de la solución completa.	Porcentaje de tarjetas que pasan las pruebas.	Para que la solución quede validada se necesita tomar una muestra de cada familia de tarjetas y poner a prueba el proceso automatizado.	Porcentaje de tarjetas que pasan satisfactoriamente el proceso automatizado > 98%.	Al término del proyecto.	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área del STG.
Tiempo improductivo durante proceso de pruebas	Porcentaje de tiempo improductivo con respecto al tiempo total de ejecución de pruebas ESS.	Tiempo adicional que tarda el proceso de pruebas de ESS debido a tiempos muertos.	Disminución del tiempo muerto durante el proceso de ejecución de pruebas de ESS debe ser menor al 5% del tiempo total.	Diaria	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área del STG.
Documentación	Documentos creados.	El proceso automatizado debe estar acompañado de una serie de documentos que describan el funcionamiento de la aplicación, así como también cómo se resuelven problemas técnicos y cómo entender el código del proceso automatizado en caso de tener que hacer mejoras futuras.	Creación de cuatro documentos: 1. Instalación. 2. Cómo utilizar la aplicación. 3. Resolución de problemas técnicos. 4. Manual con las funciones que componen el código comentadas.	Al final de la etapa de documentación.	Director de proyecto. Ingeniera ejecutora.

Capacitación	Programa de capacitación y usuarios finales entrenados.	El proceso automatizado una vez implementado debe ser compartido a los usuarios finales por medio de un programa de entrenamiento que los certifique como aptos para operar el nuevo proceso.	Porcentaje de usuarios finales capacitados igual al 100%.	Al final de la puesta en marcha de la solución.	Director de proyecto. Ingeniera ejecutora.
--------------	---	---	---	---	---

Fuente: Granados, 2016

Para alcanzar los objetivos de calidad propuestos es necesario que se lleven a cabo una serie de actividades, las cuales se mencionan en el cuadro 30 a continuación.

Cuadro 30. Matriz de actividades de calidad.

Entregable	Requisito	Actividades de prevención y control	Frecuencia	Responsable
Análisis de situación actual	Contar con los procedimientos de prueba oficiales de la compañía para iniciar el estudio.	Revisión del documento de requerimientos y recursos necesarios.	Al final del estudio de la situación actual.	Director de proyecto Ingeniera ejecutora.
Desarrollo de Software	Contar con una conexión exitosa entre la computadora, el chasis y la cámara para iniciar el proceso de comunicación entre ellos.	Revisión de los protocolos y software requerido para iniciar la comunicación entre estos tres componentes.	Única vez al momento de establecer la primera conexión.	Ingeniera ejecutora.
	Programación de los perfiles de temperatura y módulos de calibración.	Revisión del avance de la programación de cada una de las etapas de los perfiles de temperatura.	Semanal	Director de proyecto Ingeniera ejecutora.
	Interfaz de usuario.	Revisión del avance de la programación de las diferentes opciones que integran el menú.	Una vez al momento de la creación	Director de proyecto Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG
	Módulo de alerta.	Revisión de la respuesta del dispositivo de alerta y del avance en la programación de cada uno de los casos de alertas.	Semanal	Director de proyecto Ingeniera ejecutora.
Integración y pruebas	Contar con un programa estable al unificar cada uno de los módulos de software que lo componen.	Revisión del flujo del programa conforme se vayan habilitando los módulos.	Semanal	Director de proyecto Ingeniera ejecutora.

Validación del proceso automatizado	Sistema funcionando en su totalidad.	Revisar el funcionamiento y evaluar cada una de las etapas que ejecuta el sistema automatizado conforme lo estipula cada uno de los procedimientos oficiales de prueba.	Diario mientras se lleve a cabo la etapa de validación.	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.
Obtención de datos estadísticos	Contar con un proceso automatizado estable.	Ejecutar el programa por un periodo de tiempo establecido para verificar la estabilidad.	Semanal una vez alcanzada la estabilidad del programa con tarjetas pasando el 100% de las pruebas.	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.
Entrega y puesta en marcha del sistema automatizado	Proceso automatizado funcionando en su totalidad.	Tomar muestra de familia de tarjetas para verificar la correcta operación del sistema.	Diario	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.
Solución instalada y funcional	Programa de prueba depurado, en óptimo estado, operando autónomamente una vez que el usuario lo ejecuta hasta que termine el proceso de prueba para cada tarjeta en cuestión.	Ejecutar la aplicación y probarla con diferentes familias de tarjetas.	Diario	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.
Tiempo total que tarda el proceso de pruebas en ser ejecutado.	Contar con un proceso automatizado estable para medir el total que tarda el mismo.	Realizar una tabla que contenga los números de parte y serie de las tarjetas que han pasado el proceso de prueba y anotar el tiempo que duran en completarlo.	Diario	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.

Documentación	Crear cuatro manuales.	Revisión del avance del proceso de documentación.	Semanal	Ingeniera ejecutora. Técnicos del área STG.
Capacitación	Capacitar a la totalidad de usuarios finales del proceso automatizado de prueba.	Revisión del programa de capacitación para ver el alcance del mismo y hacer correcciones si fuera el caso.	Diario durante la etapa de creación del programa	Director de proyecto Ingeniera ejecutora.

Fuente: Granados, 2016

De igual manera es necesario mencionar que en cuanto a los documentos para la calidad se utiliza el archivo de Microsoft Project mediante el cual se controla el avance del proyecto.

Por su parte se propuso un plan de mejora para el proyecto, el cual puede verse en la figura 18.

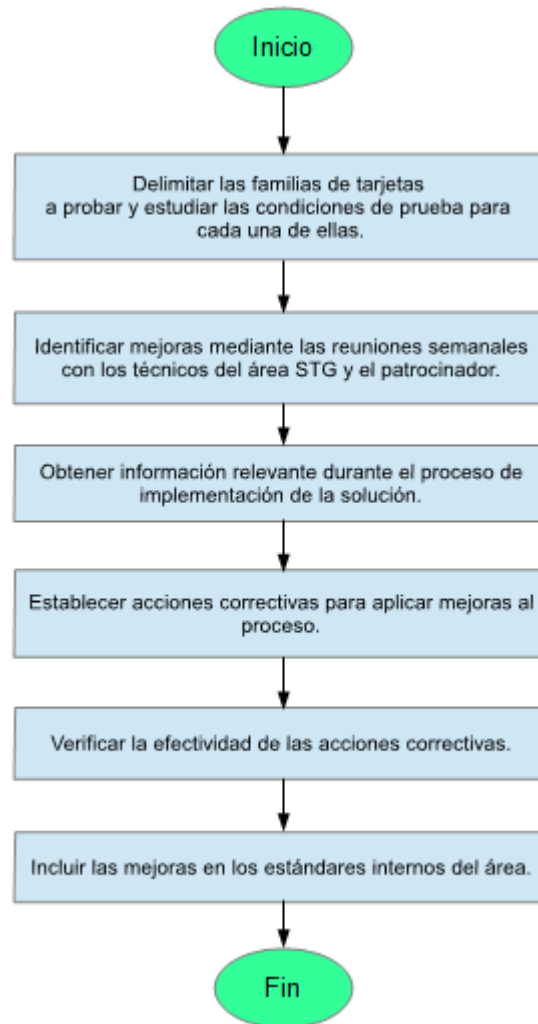


Figura 18 Plan de mejora propuesto para el proyecto.

Fuente: Granados, 2016

4.6.2 Monitoreo y control de la calidad.

Para controlar la calidad se recomienda hacer inspecciones bisemanales que aseguren que los futuros entregables están conforme a lo estipulado en los requisitos solicitados.

5 CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis de la situación actual del proceso de pruebas de estrés ambiental utilizando la cámara de temperatura (proceso de ESS) se concluye que:
 - a. Por ser un procedimiento de pruebas que se realiza manualmente, está más sujeto a errores por parte del usuario.
 - b. La persona encargada de ejecutar el proceso de ESS tiene que estar pendiente del proceso en todo momento para evitar que la tarjeta sometida a prueba se quede más tiempo del establecido en una etapa determinada.
 - c. Si una persona comete un error, como por ejemplo, el no guardar el resultado de una prueba, debe ejecutarse nuevamente esa etapa, lo cual representa un costo de tiempo asociado.
 - d. Al no existir un mecanismo que alerte al usuario sobre algún error en la ejecución del proceso de ESS se generan tiempos muertos que imposibilitan que la tarjeta termine en el tiempo estipulado.
2. Se concluye que con la creación de un Acta de Constitución de Proyecto, todos los involucrados tienen una mejor visión de lo que se espera alcanzar con el proyecto, aumentando de esta forma las posibilidades de concluirlo con éxito.
3. De la creación del Plan de Gestión del Alcance se deduce que:
 - a. Como factor de éxito para el proyecto se acordó delimitar la solución a únicamente dos familias de tarjetas, con el fin de expandir a futuro a las restantes.
 - b. Un alcance detallado aumenta las probabilidades de éxito al disminuir las ambigüedades y las malas interpretaciones. Para esto fue de gran ayuda la creación de una EDT en donde se detalló lo que se espera en cada uno de los paquetes de trabajo.

- c. Recopilar los requisitos es un pilar fundamental que posteriormente ayuda a determinar las tareas a realizar en el proyecto.
4. De la creación del Plan de Gestión del Tiempo se infiere que:
- a. La ejecución total del proyecto tomará 170 días.
 - b. A mayor detalle en la descomposición de los entregables se aporta mayor manejabilidad al proyecto, además de evitar el perder de vista detalles importantes que posteriormente podrían impactar la agenda de no contemplarse en un inicio.
 - c. Tener un conocimiento mayor con respecto al trabajo a realizar contribuye a un mejor ordenamiento lógico de las tareas a realizar.
 - d. Al contar solamente con un recurso humano (ingeniera ejecutora) la secuencia utilizada para ordenar las tareas fue la de Final a Inicio, constituyendo esto un riesgo para el cumplimiento del cronograma.
 - e. Una adecuada estimación de los recursos necesarios en las actividades contribuyó a una mejor estimación en la duración de las mismas, así como también en los costos respectivos.
 - f. Gracias al proceso de definición de actividades, duraciones y relaciones de precedencia de las tareas se desarrolló exitosamente un cronograma mediante el programa de software de Microsoft Project.
5. De la creación del Plan de Gestión de Costos se concluye que:
- a. Tomando como base el cronograma, así como la duración de cada actividad, los costos por hora y otros materiales requeridos se estimó los costos para cada etapa del proyecto.
 - b. La base de la estimación de los costos para la etapa de planeamiento se calculó sobre la base de \$15 por hora trabajada a un máximo de 15 horas por semana.
 - c. La base de la estimación de los costos para la etapa de ejecución se calculó sobre la base de \$10 por hora trabajada para un máximo de 40 horas laborales a la semana.

- d. La determinación final de presupuesto se realizó al sumar el costo de todas las actividades individuales y el de un monto de reserva del 5% destinado al manejo de imprevistos.
6. De la creación del Plan de Gestión de Riesgos se deduce que:
- a. Mediante reuniones con los interesados se pudo realizar una identificación de todos los posibles riesgos que afectaban de manera negativa el proyecto.
 - b. A partir de la identificación de riesgos se logró establecer escalas de probabilidad de ocurrencia e impacto para dar ponderación a cada uno de los riesgos y así determinar cuáles eran potenciales.
 - c. De manera grupal se recurrió a las diferentes estrategias para dar respuesta a los riesgos (evitar, transferir, mitigar, aceptar) y definir los responsables del curso de acción de éstos.
 - d. Al realizar una segunda iteración se dejan los riesgos residuales que son los que únicamente pueden presentarse durante la ejecución del proyecto.
7. De la creación del Plan de Gestión de Calidad se concluye que:
- a. El proyecto se alineó con la política de calidad de la empresa, la cual busca en todo momento entender, cumplir y exceder las expectativas de los clientes en todos los productos y servicios que ofrece.
 - b. Mediante la planificación de la calidad se definió los factores relevantes de ésta y los objetivos de calidad a alcanzar.
 - c. Por medio de reuniones grupales se estableció las métricas que se iban a medir para cada uno de los factores de calidad.
 - d. Con el fin de alcanzar los objetivos de calidad se requirió definir las actividades necesarias a realizar.
 - e. Se propuso un plan de mejora del proyecto con el fin de disminuir puntos débiles en el proceso de pruebas que eventualmente afecten la calidad del proceso en sí mismo así como también del producto que se somete a prueba.

6 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al área de STG de Teradyne Costa Rica tomar este plan de gestión de proyecto como guía para la implementación del proceso automatizado en cuestión.
2. Se recomienda al área de STG capacitar a sus líderes en materia de administración de proyectos con el fin de lograr una estandarización y un mayor compromiso por parte de la gerencia, así como también propiciar un incremento en las posibilidades de éxito del proyecto.
3. Se recomienda que una vez concluido este proyecto se continúe con el restante de tarjetas para que todos los productos sean cubiertos bajo la misma metodología de prueba.
4. Se sugiere que para las futuras etapas de continuación de este proyecto se incluyan las áreas de conocimiento restantes.
5. Se recomienda involucrar a más miembros del equipo con el fin de no depender exclusivamente de un recurso, y así no afectar negativamente el cronograma del proyecto.

7 BIBLIOGRAFIA

- Burns, M. y Roberts, G. (2000). *An Introduction to Mixed-Signal IC Test and Measurement*. Oxford University Press, Inc.
- Eyssautier, M. (Quinta Edición). (2006). *Metodología de la Investigación: Desarrollo de la Inteligencia*. México: Thomson Editores.
- Garza, A. (Sétima Edición). (2007). *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales y humanidades*. México, DF: El Colegio de México, Biblioteca Daniel Cosío Villegas.
- Gido, J. y Clements J.P. (2007). *Administración Exitosa de proyectos*. Tercera edición. México: Cengage Learning.
- Grande, I.; Abascal, E. (Novena Edición) (2007). *Fundamentos y Técnicas de Investigación Comercial*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Lledó, Pablo. (2013). *Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento*. Victoria BC, Canadá.
- Project Management Institute, Inc. (5ta Ed). (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBok)*. Pensilvania, EE.UU.
- Project Management Institute, Inc. (Second Edition). (2011). *Practice Standard for Earned Value Management*. Pennsylvania, EE.UU.
- Project Management Institute, Inc. (2011). *Practice Standard for Project Estimating*. Pennsylvania, EE.UU.
- Project Management Institute, Inc. (2009). *Practice Standard for Project Risk Management*. Pennsylvania, EE.UU.
- Project Management Institute, Inc. (Second Edition). (2006). *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. Pennsylvania, EE.UU.

- Rose, Kenneth. (2005). Project Quality Management: Why, What and How. J. Ross Publishing, Inc.
- Teradynecorp.com www.corp.Teradyne.com Teradyne Corporation
- Teradyne Inc. (2007). Basics of ATE Test. Teradyne, Inc. Massachusetts, United States.

8 ANEXOS

8.1 Anexo 1: Acta del PFG

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha	Nombre de Proyecto
21 de setiembre de 2015	PLAN DE GESTIÓN DE PROYECTO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE PRUEBAS CON LA CÁMARA DE ESTRÉS DE TEMPERATURA PARA TARJETAS ELECTRÓNICAS DE TERADYNE COSTA RICA.
Áreas de conocimiento / procesos:	Área de aplicación (Sector / Actividad):
Grupos de Procesos: Grupo de Procesos de Inicio y Planificación. Áreas de Conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costos, Calidad, Riesgos.	Electrónica
Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
21 de setiembre de 2015	4 de abril de 2016
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general Elaborar un Plan de Gestión para el proyecto: “Automatización de pruebas con la cámara de estrés de temperatura para tarjetas electrónicas de Teradyne Costa Rica” con el fin de definir la base para su desarrollo y futura implementación.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un análisis de la situación actual del proceso de pruebas de estrés ambiental utilizando la cámara de temperatura para determinar los ámbitos a mejorar. 2. Elaborar un Plan de Gestión del Alcance con el fin de definir el trabajo necesario para entregar el producto final con las características y funciones requeridas por el patrocinador. 3. Preparar un Plan de Gestión de Tiempo para la definición de las actividades del proyecto, así como también la planificación, desarrollo y control del cronograma en procura de la finalización en plazo del proyecto. 4. Desarrollar un Plan de Gestión de Costos para determinar el presupuesto necesario y su respectivo control para la realización satisfactoria del proyecto. 5. Elaborar un Plan de Gestión de Calidad para asegurar que el producto final satisfaga los requisitos y necesidades que le dieron origen. 6. Elaborar un Plan de Gestión de Riesgos que permita su identificación, análisis y respuesta a éstos con el fin de disminuir los impactos negativos en el proyecto y aprovechar los positivos. 	
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)	
Como parte del proceso de aseguramiento de la calidad que se lleva a cabo para las tarjetas reparadas en el departamento de STG de Teradyne de Costa Rica, es que éstas se someten a una cámara de estrés ambiental a diferentes temperaturas. Básicamente, una vez que es reparada una tarjeta, es requisito fundamental que se le ejecuten las pruebas funcionales de acuerdo a la familia a la que	

pertenezcan y que esto se realice a distintas temperaturas (frío, caliente y ambiente) para verificar y garantizar su correcto funcionamiento aun en condiciones extremas de operación:

Actualmente este proceso se hace de manera manual, es decir, el técnico especializado en la reparación de la tarjeta de interés es el encargado de someterla a dichas pruebas de estrés ambiental, lo que significa que tiene que estar pendiente para hacer la transición de temperatura después de transcurrido un tiempo y continuar con la respectiva ejecución de las pruebas. Como parte de este proceso descrito anteriormente se ha encontrado un foco de ineficiencia que consiste en la pérdida de tiempo que ocasiona que la persona esté alerta de la ejecución de dichas pruebas, aun cuando está en medio del proceso de reparación de otra tarjeta.

Con este PFG, lo que se pretende es elaborar un Plan de Gestión de Proyecto para automatizar dicho proceso, es decir que una vez que la tarjeta ha entrado a la cámara, todos los perfiles de temperatura sean ejecutados de forma automática con su respectivo conjunto de pruebas funcionales beneficiando que el técnico especialista se enfoque en la reparación de otra tarjeta, sin preocuparse de las múltiples interrupciones que genera el ir hasta la cámara a monitorear el avance. Esto se traduce en un aumento de la productividad, ya que un mayor número de tarjetas podrán ser reparadas, porque la persona sólo tendrá que acercarse al lugar para extraer la tarjeta e insertar otra, una vez que reciba la señal de culminación del proceso. Además se evitará el retraso en la entrada de otras tarjetas a la cámara, situación que ocurre actualmente porque la persona puede olvidar que la tarjeta ya ha terminado el proceso. Otro de los beneficios relacionados con el ahorro del tiempo es que se evitará las pausas repentinas ocasionadas por errores de ejecución, ya que el programa alertará sobre cualquier eventualidad, y muy importante es que se evitará el error humano en la selección de los parámetros de prueba para cada una de las tarjetas.

Este plan sólo tomará en consideración las etapas de inicio y planificación, así como sus áreas de conocimiento: integración, alcance, costos, tiempo, calidad y riesgos. Esto puede justificarse debido a las restricciones de tiempo para el desarrollo del PFG (el cual debe terminarse en tres meses), así como por la magnitud del proyecto sobre el cual se realizará el plan.

Al ser un proyecto muy específico y delimitado para el área STG, con un grupo pequeño de interesados, y en donde se trata de una implementación a nivel de software (prácticamente no se hará compra de ningún equipo o recurso, puesto que ya se dispone de todo lo necesario), con sólo un ejecutor del proyecto (el cual será desarrollado por la ingeniera de pruebas del área) las siguientes áreas de conocimiento NO serán tomadas en cuenta para el desarrollo del PFG: Recursos humanos, adquisiciones, comunicaciones e interesados.

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto

El producto final consistirá en un documento que contenga el Plan de Gestión de Proyecto para la planificación del desarrollo y puesta en marcha de un proceso automatizado para la ejecución de pruebas funcionales con diferentes perfiles de temperatura para variedades de familias de tarjetas electrónicas que son reparadas en Teradyne de Costa Rica.

Dentro de dicho documento se proveerá lo siguiente:

- Análisis de la situación actual con respecto a la ejecución de pruebas en la cámara de temperatura.
- Plan de Gestión del Alcance que especifique las necesidades y requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto delimitando la descripción del producto a entregar. De igual manera, en dicho documento se incluirá la estructura detallada de trabajo (EDT) que muestre las actividades requeridas para completar satisfactoriamente el proyecto.
- Plan de Gestión del Tiempo en donde se desarrollará el cronograma de actividades para procurar la entrega del proyecto en el tiempo pactado.
- Plan de Gestión de Costos para estimar el presupuesto necesario para la finalización de las

actividades que componen el proyecto.

- Plan de Gestión de Calidad para identificar los procesos y actividades a llevar a cabo con la finalidad de que el proyecto satisfaga con todos los requerimientos que le dieron origen.
- Plan de Gestión de Riesgos para identificar los riesgos potenciales del proyecto con el fin de minimizar o mitigar su impacto negativo, y aprovechar los positivos.

Supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con el apoyo y el criterio experto de los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales, cuya oficina se encuentra en North Reading, MA, USA. • Se tiene acceso total a la información correspondiente de las diferentes familias de tarjetas electrónicas. 		
Restricciones		
<ul style="list-style-type: none"> • La disponibilidad de la cámara de estrés de temperatura es limitada para el desarrollo y verificación de la nueva solución, como consecuencia de la demanda de ésta por parte del Centro de Reparación. • Desconocimiento de la plataforma de software sobre la cual están desarrolladas las pruebas funcionales que actualmente son ejecutadas en las tarjetas. 		
Identificación riesgos		
<ul style="list-style-type: none"> • Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales originales no apoyan el proyecto puede verse obstaculizado el desarrollo del mismo ya que no se contará con la información relevante y el soporte técnico necesario para agilizar el proceso de desarrollo e implementación de la automatización, afectando la calidad del proyecto. • Si los ingenieros desarrolladores de las pruebas funcionales originales no disponen del tiempo suficiente para atender consultas o brindar soporte puede verse retrasado el proceso de desarrollo e implementación del proyecto de automatización, afectando el cronograma del proyecto. • Si existe un pico de tarjetas por reparar y entregar en un tiempo especificado puede verse imposibilitado el uso de la cámara de estrés de temperatura para efectos de desarrollo del proyecto. • Si durante el desarrollo del proyecto alguno de los interesados solicita algún cambio, el cronograma puede verse impactado negativamente ocasionando retrasos en la entrega del producto final. • Si la cámaras de temperatura se dañan, la implementación del proyecto puede verse impactada durante el tiempo que las cámaras tarden en repararse. 		
Presupuesto		
Recurso	Esfuerzo	Costo
Humanos		
• Estudiante	200 horas hombre (\$15/hora)	\$3,000
• Ingeniera de Pruebas de Teradyne	40 horas hombre ((\$10/hora)	\$400
Logística		
• Impresiones	300 hojas	\$45
Total Presupuesto		\$3,445
Principales hitos y fechas		
Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Aprobación del Project Charter	28 de setiembre de 2015	8 de octubre de 2015
Aprobación de la introducción y cronograma	5 de octubre de 2015	15 de octubre de 2015

Aprobación del Marco Teórico	12 de octubre de 2015	22 de octubre de 2015
Aprobación del Marco Metodológico	19 de octubre de 2015	29 de octubre de 2015
Aprobación del Resumen Ejecutivo y demás partes del documento	19 de octubre de 2015	29 de octubre de 2015
Elaboración del Desarrollo del Proyecto	12 de noviembre de 2015	2 de febrero de 2016
Aprobación del Plan de Gestión del Proyecto.	2 de febrero de 2016	4 de abril de 2016

Información histórica relevante

Nombre de la compañía: Teradyne de Costa Rica.

Unidad de negocio en donde se llevará a cabo el proyecto: Departamento de STG del centro de reparación de tarjetas electrónicas de Teradyne de Costa Rica.

Área: Electrónica.

La empresa Teradyne de Costa Rica es una subsidiaria de Teradyne Inc, cuya casa matriz se encuentra en North Reading, Massachusetts. Teradyne es una empresa líder mundial en el desarrollo de Sistemas Automáticos de Prueba para la industria de semiconductores.

Teradyne de Costa Rica se instaló en el país en el año 2000 y abrió sus puertas como un Centro de Reparación de tarjetas electrónicas. Al día de hoy aparte del Centro de Reparación se cuenta con más departamentos enfocados en el desarrollo de hardware, software, mantenimiento de equipos, planeamiento, entre otros. Inició con unos pocos colaboradores y en la actualidad supera los 200.

Desde hace varios años la Administración de Proyectos ha tomado especial importancia durante el desarrollo de soluciones en la compañía, motivo por el cual ha incentivado esta cultura a nivel empresarial. De esta manera, la Gerencia se ha visto mayormente comprometida en el apoyo de la realización de proyectos bajo un marco de dirección más organizado, en donde se elaboren planes de gestión siguiendo reglas básicas del PMI y tomando ventaja de otros estándares.

Identificación de grupos de interés (involucrados)

Involucrados Directos:

Supervisor del Área de STG de Teradyne de Costa Rica (Patrocinador).

Equipo de Proyecto (liderado por Ingeniera de Pruebas del área).

Técnicos especialistas en la reparación de las tarjetas.

Involucrados Indirectos:

Clientes dueños de las tarjetas electrónicas.

Ingenieros de Desarrollo de Pruebas en Teradyne, North Reading.

Director de proyecto: Mariseth Granados Solano

Firma:

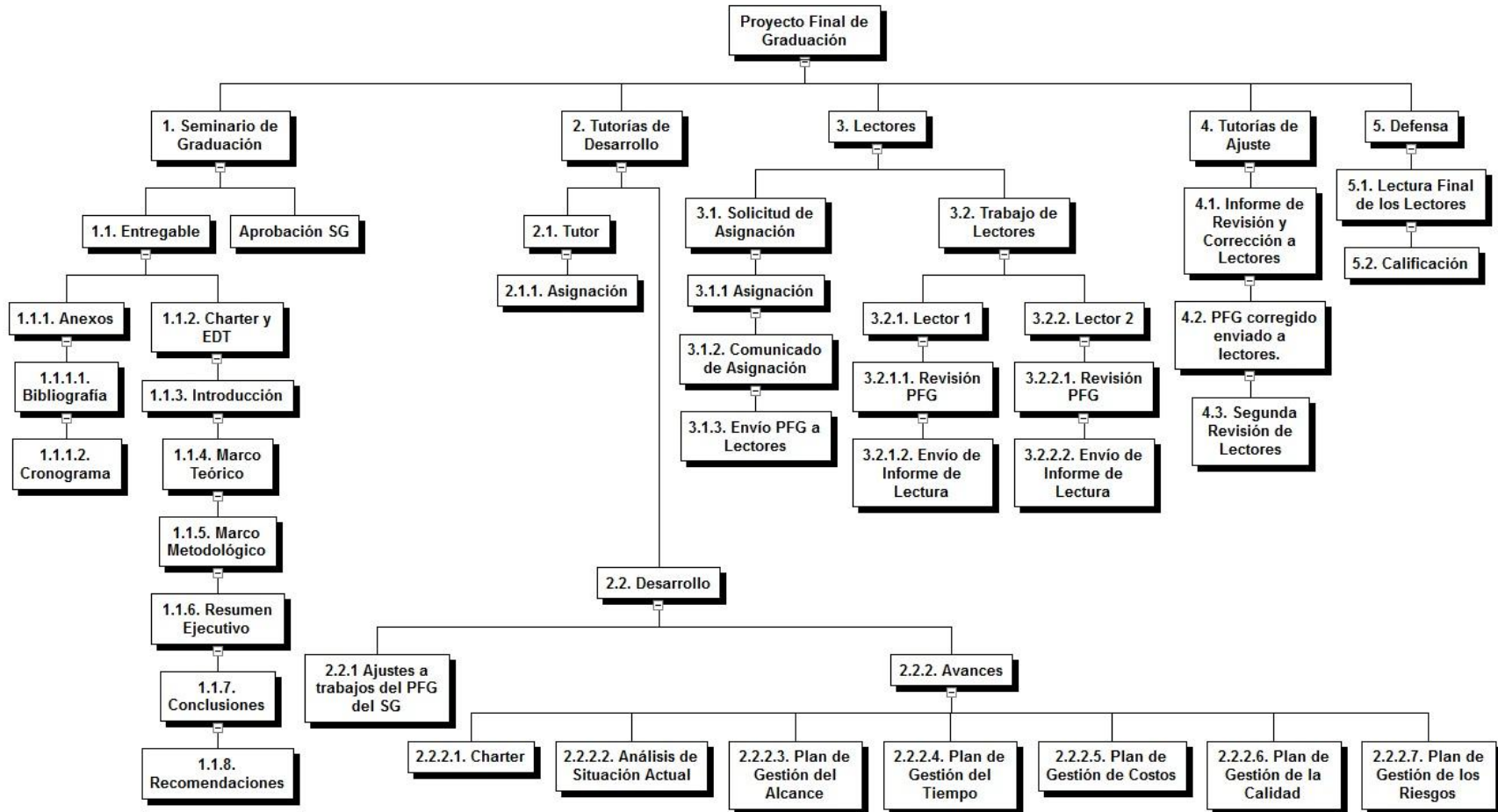


Autorización de: Sara Fonseca

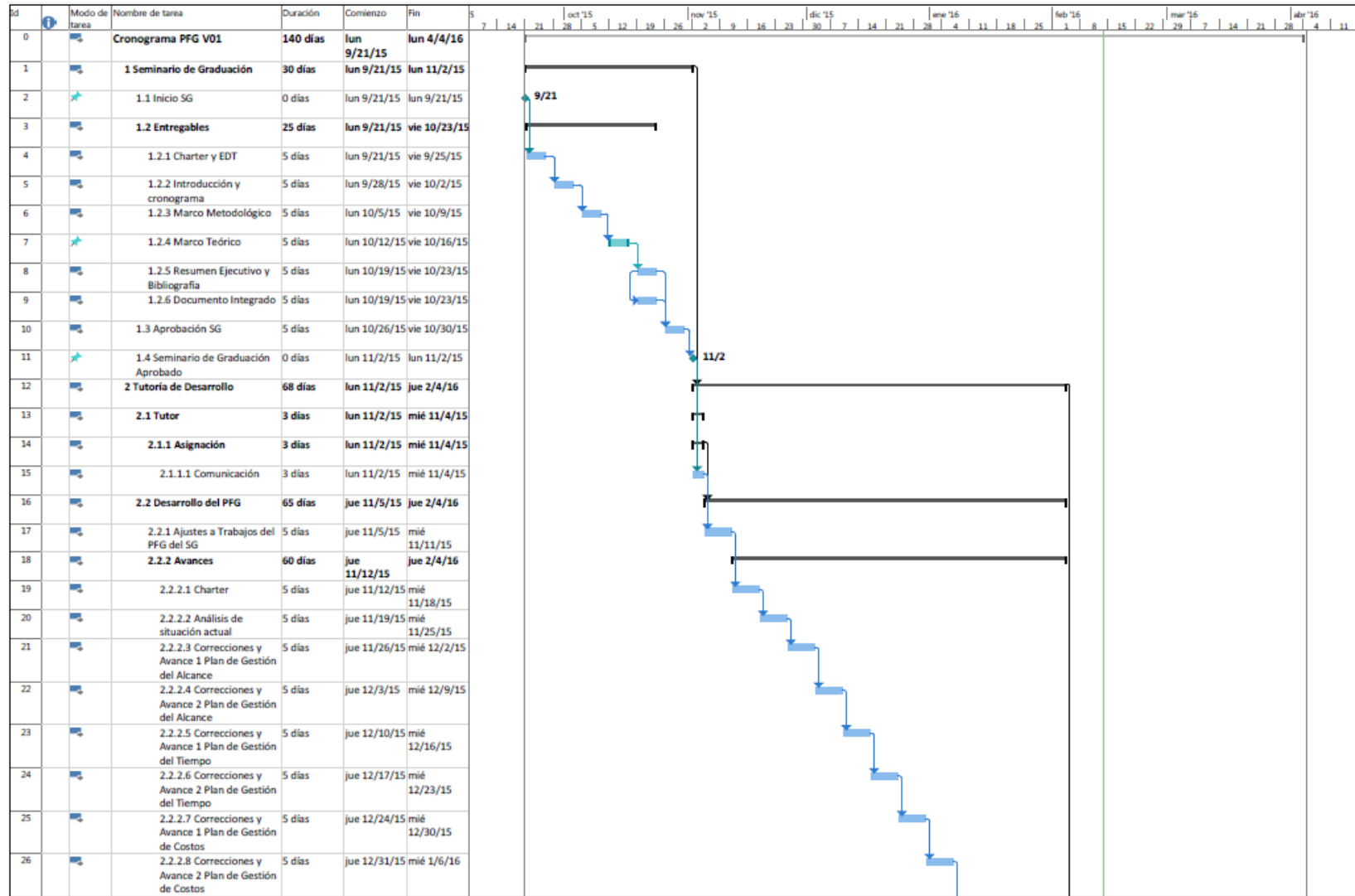
Firma:



8.2 Anexo 2: EDT del PFG



8.3 Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG



8.4 Anexo 4: Estudio de tiempos para muestras de tarjetas durante la ejecución de pruebas de ESS.

1. Muestras tomadas:

a. Tarjetas AI-76X Series

Etapa (Muestra #1)	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	25
Set frio	0	0	25
Chamber llega a -5 °C	5	5	-5
Checkers frio (Espera 20 min)	55	60	-5
Termina checkers frio	47	107	-5
Set caliente	0	107	-5
Chamber llega a 50 °C	5	112	50
Checkers caliente (Espera 20 min)	44	156	50
Termina checkers caliente	47	203	50
Set ambiente	0	203	50
Chamber llega a 25 °C	5	208	25
Checkers ambiente (Espera 20 min)	163	371	25
Termina checkers ambiente	47	418	25

Etapa (Muestra #2)	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	25
Set frio	0	0	25
Chamber llega a -5 °C	5	5	-5
Checkers frio (Espera 20 min)	76	81	-5
Termina checkers frio	47	128	-5
Set caliente	0	128	-5
Chamber llega a 50 °C	5	133	50
Checkers caliente (Espera 20 min)	35	168	50
Termina checkers caliente	47	215	50
Set ambiente	0	215	50
Chamber llega a 25 °C	5	220	25
Checkers ambiente (Espera 20 min)	64	284	25
Termina checkers ambiente	47	331	25

Etapa (Muestra #3)	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	25
Set frio	0	0	25
Chamber llega a -5 °C	5	5	-5
Checkers frio (Espera 20 min)	56	61	-5
Termina checkers frio	47	108	-5
Set caliente	0	108	-5
Chamber llega a 50 °C	5	113	50
Checkers caliente (Espera 20min)	30	143	50
Termina checkers caliente	47	190	50
Set ambiente	0	190	50
Chamber llega a 25 °C	5	195	25
Checkers ambiente (Espera 20 min)	28	223	25
Termina checkers ambiente	47	270	25

b. Tarjetas DI Series

Etapa (Muestra #1)	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	-20
Set frio	0	0	-20
Chamber llega a -20 °C	5	5	-20
No Checkers frio (Espera 20 min)	20	25	-20
Set frio -2C	0	25	-2
Chamber llega a -2 °C	5	30	-2
Checkers Frio (Espera 20 min)	28	58	-2
Termina checkers Frio	15	73	-2
Set Caliente	0	73	52
Chamber llega a 52 °C	8	81	52
Checkers Caliente (Espera 20 min)	35	116	52
Termina Checkers Caliente	15	131	52
Set Ambiente 23 °C	0	131	23
Chamber llega a 23 °C	6	137	23
Checkers Ambiente (Espera 20 min)	20	157	23

Etapa (Muestra #2)	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	-20
Set frio	0	0	-20
Chamber llega a -20 °C	5	5	-20
No Checkers frio (Espera 20 min)	20	25	-20
Set frio -2 °C	0	25	-2
Chamber llega a -2 °C	5	30	-2
Checkers Frio (Espera 20 min)	35	65	-2
Termina checkers Frio	15	80	-2
Set Caliente	0	80	52
Chamber llega a 52 °C	8	88	52
Checkers Caliente (Espera 20 min)	53	141	52
Termina Checkers Caliente	15	156	52
Set Ambiente 23 °C	0	156	23
Chamber llega a 23 °C	6	162	23
Checkers Ambiente (Espera 20 min)	20	182	23

Etapa (Muestra #3)	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	-20
Set frio	0	0	-20
Chamber llega a -20 °C	5	5	-20
No Checkers frio (Espera 20 min)	20	25	-20
Set frio -2C	0	25	-2
Chamber llega a -2 °C	5	30	-2
Checkers Frio (Espera 20 min)	30	60	-2
Termina checkers Frio	15	75	-2
Set Caliente	0	75	52
Chamber llega a 52 °C	8	83	52
Checkers Caliente (Espera 20 min)	38	121	52
Termina Checkers Caliente	15	136	52
Set Ambiente 23 °C	0	136	23
Chamber llega a 23 °C	6	142	23
Checkers Ambiente (Espera 20 min)	20	162	23

1. Tiempos según procedimientos:

a. Tarjetas AI-76X Series:

Etapa	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0		25
Set frio	0	0	25
Chamber llega a -5 °C	5	5	-5
Checkers frio (Espera 20min)	20	25	-5
Termina checkers frio	47	72	-5
Set caliente	0	72	-5
Chamber llega a 50 °C	5	77	50
Checkers caliente (Espera 20min)	20	97	50
Termina checkers caliente	47	144	50
Set ambiente	0	144	50
Chamber llega a 25 °C	5	149	25
Checkers ambiente	20	169	25
Termina checkers ambiente	47	216	25

Brecha existente entre los tiempos según el procedimiento y el obtenido en las muestras:

Promedio muestras	Según procedimiento	Brecha
339.66	216	123.66

b. Tarjetas DI Series

Etapa	Duración (min)	Tiempo acumulado (min)	Temperatura (°C)
Inicio de proceso	0	0	-20
Set frio	0	0	-20
Chamber llega a -20C	5	5	-20
No Checkers frio (Espera 20min)	20	25	-20
Set frio -2C	0	25	-2
Chamber llega a -2C	5	30	-2
Checkers Frio (Espera 20min)	20	50	-2
Termina checkers Frio	15	65	-2
Set Caliente	0	65	52
Chamber llega a 52C	8	73	52
Checkers Caliente (Espera 20min)	20	93	52
Termina Checkers Caliente	15	108	52
Set Ambiente 23C	0	108	23
Chamber llega a 23C	6	114	23
Checkers Ambiente (Espera 20)	20	134	23

Brecha existente entre los tiempos según el procedimiento y el obtenido en las muestras:

Promedio muestras	Según procedimiento	Brecha
167	134	33