

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

PROPUESTA PARA UNA HERRAMIENTA AUTOMÁTICA DE PRUEBAS DE
RELÉS UTILIZADOS POR LA EMPRESA TERADYNE DE COSTA RICA

Carlos Alberto Díaz Porras

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MASTER EN ADMINISTRACIÓN
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Noviembre, 2018

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

Fabio Muñoz Jiménez
PROFESOR TUTOR

Eduardo Lima
LECTOR No.1

Sophia Crawford
LECTOR No.2

Carlos Alberto Díaz Porras
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por acompañarme todos los días de mi vida, brindarme la iluminación y capacidad intelectual necesarias durante toda esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres que me enseñaron el valor del trabajo, el esfuerzo y quienes siempre me han apoyado en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por protegerme y permitirme terminar con éxito la Maestría en Administración de Proyectos.

A mis padres por el apoyo incondicional.

A mis amigos, compañeros y profesores involucrados durante todo el proceso de la maestría.

ÍNDICE

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE ILUSTRACIONES	vi
ÍNDICE CUADROS	vii
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	viii
RESUMEN EJECUTIVO	ix
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática	3
1.3 Justificación del problema	4
1.4 Objetivo general	5
1.5 Objetivos específicos	5
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco Institucional	6
2.2 Teoría de Administración de Proyectos	8
2.3 Definición sobre los Relés Electromecánicos	15
3 MARCO METODOLÓGICO	19
3.1 Fuentes de información	19
3.2 Métodos de Investigación	21
3.3 Método Investigación Descriptiva	21
3.4 Método Investigación Documental	22
3.5 Herramientas	24
3.6 Supuestos y Restricciones	25
3.7 Entregables	26
4 DESARROLLO	27
4.1 Plan de Gestión del Alcance	27
4.2 Plan de Gestión del Cronograma	38
4.3 Plan de Gestión de Costos	44
4.4 Plan de Gestión de Comunicaciones	50
4.5 Plan de Gestión de Adquisiciones	54
4.6 Plan de Gestión de los Interesados	60
5 CONCLUSIONES	65
6 RECOMENDACIONES	67
7 BIBLIOGRAFÍA	69
8 ANEXOS	71
Anexo 1: Acta del PFG	71
Anexo 2: EDT del PFG	74
Anexo 3. Cronograma del PFG	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Teradyne de Costa Rica	7
Figura 2 Ciclo de Vida de un Proyecto.....	10
Figura 3. Grupo de Procesos de un Proyecto.	11
Figura 4. Partes de un Relé Electromecánico.....	17
Figura 5. Hot Switching y Cold Switching.	18
Figura 6. Estructura Detallada de Trabajo (EDT).....	29
Figura 7. Cronograma del Proyecto	42
Figura 8. Plantilla de Adquisiciones.....	57
Figura 9. Plantilla de Monitoreo de Adquisiciones	59
Figura 10. Semáforo de Monitoreo de Adquisiciones.....	60
Figura 11. Matriz Poder / Interés	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Fuentes de información utilizadas para cada objetivo.....	20
Cuadro 2.	Métodos de Investigación.....	22
Cuadro 3.	Herramientas	24
Cuadro 4.	Supuestos y Restricciones	25
Cuadro 5.	Entregables.....	26
Cuadro 6.	Descomposición del trabajo	28
Cuadro 7.	Diccionario de la EDT. Entrevistar Usuarios.....	30
Cuadro 8.	Diccionario de la EDT. Definir Requerimientos	31
Cuadro 9.	Diccionario de la EDT. Analizar Interfaces de Software.....	32
Cuadro 10.	Diccionario de la EDT. Analizar Interfaces de Hardware	33
Cuadro 11.	Diccionario de la EDT. Verificar el Software.....	34
Cuadro 12.	Diccionario de la EDT. Entrevistar Usuarios	35
Cuadro 13.	Diccionario de la EDT. Verificar el intercambio de datos	36
Cuadro 14.	Análisis de Variación en el Alcance del Proyecto	37
Cuadro 15.	Estimación de actividades.....	39
Cuadro 16.	Cambios en el Cronograma del Proyecto.....	43
Cuadro 17.	Costo salarial diario de los involucrados.....	45
Cuadro 18.	Estimación del costo de los involucrados en el proyecto.....	45
Cuadro 19.	Estimación del costo de los insumos del proyecto	47
Cuadro 20.	Estimación del costo de los servicios del proyecto.....	48
Cuadro 21.	Presupuesto estimado con Reserva Administrativa	49
Cuadro 22.	Presupuesto estimado con Reserva de Contingencia	49
Cuadro 23.	Cambios en los Costos del Proyecto	49
Cuadro 24.	Formato de la Bitácora	52
Cuadro 25.	Matriz de Comunicación	53
Cuadro 26.	Herramientas de la Gestión de Adquisiciones	56
Cuadro 27.	Criterio de Proveedores.....	58
Cuadro 28.	Tabla de Clasificación de Proveedores	58
Cuadro 29.	Lista de Partes Interesadas en el Proyecto.....	61
Cuadro 30.	Criterios de Poder e Interés de los Interesados.....	62
Cuadro 31.	Estrategias para la Gestión de los Interesados Claves.....	64

ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES UTILIZADAS

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo

KPI: Key Performance Indicator

PFG: Proyecto Final de Graduación

PMBoK: Project Management Body of Knowledge

PMI: Project Management Institute

PMO: Project Management Office

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

VDC: Volts Direct Current

WBS: Work Breakdown Structure

ISO: International Organization for Standardization

RESUMEN EJECUTIVO

En el sector de tecnología es de suma importancia que las organizaciones implementen herramientas automatizadas que garanticen el mayor desempeño, eficiencia y calidad. La compañía Teradyne Corp fue fundada en 1960 y hoy en día es una de las empresas líderes en el mercado de tecnología, específicamente en el área de equipo automático de pruebas para semiconductores y ensamblajes electrónicos.

En el año 2000, dado su crecimiento como organización y como estrategia de eficiencia operativa, Teradyne Corp expande sus operaciones a Costa Rica, en donde fundó Teradyne de Costa Rica; la cual se desempeña en áreas relacionadas al diseño e implementación de productos electrónicos, con departamentos como diseño, implementación, validación y soporte tanto de software como de hardware para dichos productos.

El objetivo general de este proyecto fue la Elaboración de un Plan de Gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de los relés utilizados por la empresa Teradyne de Costa Rica. A su vez, los objetivos específicos de este proyecto fueron: desarrollar un plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto, definir un plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto, desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto, desarrollar y controlar el plan de comunicaciones del proyecto, definir y controlar el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto y definir y controlar el plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto.

La metodología utilizada fue la investigación de tipo cualitativa; en la cual se realizó una recolección de datos y un análisis del entorno existente en la empresa Teradyne de Costa Rica, esto por medio del método de observación, la entrevista, utilización de plantillas y procesos estandarizados por Teradyne de Costa Rica y consecuentemente se elaboró la estrategia para su implementación.

Además de la metodología mencionada anteriormente, se consultó la Guía del PMBoK (2013) el cual aportó técnicas y herramientas necesarias e indispensables para el desarrollo del proyecto.

Entre las conclusiones más sobresalientes de este proyecto, en el Plan de Gestión del Alcance del Proyecto, se incluyeron los procesos metodológicos necesarios para una ejecución exitosa del proyecto propuesto.

En cuanto al Plan de Gestión de Costos del Proyecto, se tomó en cuenta el recurso humano, los insumos y servicios para el desarrollo del mismo con un 10% de reserva administrativa y un 3% para contingencias y, además, se adjuntó la plantilla recomendada para efectuar cualquier cambio significativo dentro del presupuesto asignado para el desarrollo dentro del proyecto.

Para la Gestión de los Interesados del Proyecto se identificaron todos los involucrados del proyecto estableciendo una Matriz de Poder-Interés y a su vez una estrategia para cada interesado del proyecto.

En el modelo de administración de proyectos de Teradyne de Costa Rica, es recomendable incluir los procesos y buenas prácticas propuestas por el PMBoK (2013) y utilizar la filosofía empresarial de mejora continua bajo los estándares de ISO 9001:2015 en la administración de los recursos humanos, económicos y tecnológicos de la empresa y además en todos los productos, servicios y procesos que ofrece a sus clientes para así garantizar sostenibilidad y rentabilidad a través del tiempo.

A su vez, es recomendable la utilización del programa de cómputo MS Project y el cálculo de estimación de tiempo bajo el método PERT. Ambas herramientas facilitan el control del tiempo estimado para el proyecto; las tareas asignadas, posibles rutas críticas y tareas predecesoras.

Los canales de comunicación oral y escrito son indispensables para este proyecto. Por lo cual, se recomendó la implementación de reuniones periódicas con los interesados del proyecto con el fin de mantener el interés de las partes, difusión eficaz de la información hacia las partes pertinentes en cuanto a acuerdos, cambios e información relevante y necesaria para el proyecto.

Al Departamento de Compras de Teradyne de Costa Rica, se recomendó efectuar todas las adquisiciones o pagos por servicios profesionales bajo las políticas propias de la empresa establecidas en las órdenes de compra y sus condiciones en términos de pago durante el tiempo establecido y determinar si es preciso obtener apoyo o asesoría externa en cuanto a temas legales de subcontratación de servicios, propiedad intelectual propia de la empresa y falsificación de materia prima suministrada por los proveedores.

Por último, es recomendable la utilización, implementación y estandarización de todas las plantillas propuestas a través de este proyecto. Dichas plantillas pueden ser modificadas y adecuadas a futuros proyectos relacionados o solamente como consulta.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Teradyne Corp es una empresa que se encuentra dentro de las más importantes a nivel mundial, y esto se debe a la calidad que brinda en sus procesos y productos. Se dedica a suministrar equipo de automatización para pruebas y aplicaciones industriales, los cuales son utilizados en áreas como comunicación, industria aeroespacial, procesos industriales y comerciales. Este equipo se utiliza para llevar a cabo pruebas a equipos de almacenamiento de información, productos inalámbricos, semiconductores y sistemas electrónicos más complejos. Dentro de los productos de automatización que la empresa brinda se incluyen sistemas robóticos que dan asistencia y se usan en procesos de manufactura a nivel mundial, estos mejoran la calidad y eficiencia de los procesos en los cuales se fabrican componentes electrónicos.

El nacimiento de la empresa se dio en el año 1960 cuando dos ingenieros graduados del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Nick DeWolf y Alex D'Arbeloff, tuvieron la idea de fundar su propia empresa con el objetivo de realizar pruebas a componentes electrónicos, pero de manera automatizada ya que estas pruebas se realizaban de forma manual, viendo así un gran mercado para esta actividad. Un año más tarde Teradyne Corp libera a la venta su primera invención, un dispositivo con el cual se realizaban pruebas y validación a diodos, esto marcó un gran inicio para la empresa, debido a que los primeros clientes se dieron cuenta que el mejor rendimiento en el proceso de producción superaba con creces el costo de la inversión del sistema de validación. Seis años después de su fundación, en 1966, Teradyne Corp sacó al mercado un sistema de pruebas para circuitos integrados, el cual hacía un aporte novedoso para la época, ya que era el primer sistema de validación en hacer uso de un pequeño computador con el fin de controlar todos los pasos del proceso. Para finales de la década de los setenta, la empresa había tenido un gran desarrollo y ya poseía toda una sección de productos de pruebas y validación para el área de las telecomunicaciones en los cuales se incluían sistemas automatizados que realizaban pruebas sobre líneas de transmisión.

A través de los años la empresa se ha adentrado en nuevas áreas, y en la actualidad la empresa se centra principalmente en la validación y pruebas en el área de semiconductores donde se incluyen circuitos analógicos, radio frecuencia, compuertas lógicas, potencia y señales mixtas, dispositivos de almacenamiento de información. Como ya es conocido todas estas áreas forman parte de los bloques funcionales esenciales para el funcionamiento de todos los equipos en general, por lo que podría decirse que casi todos los dispositivos que se utilizan hoy en día han atravesado por algún producto de Teradyne Corp.

En Costa Rica, Teradyne de Costa Rica abrió sus puertas en el año 2000 con tan sólo ocho personas. Se ubica en la Zona Franca América en el cantón de San Francisco de Heredia. Con el pasar de los años y la aparición de nuevas tecnologías en el mercado la empresa ha tenido un gran crecimiento y actualmente hay alrededor de 280 personas laborando, lo que ha ocasionado que se dé la apertura de nuevos departamentos en áreas relacionadas con la validación de componentes electrónicos con alta complejidad. Las instalaciones cuentan con los componentes e instrumentos de medición que sean necesarios para que la propuesta de solución a la problemática analizada sea llevada a cabo y la herramienta final cumpla con los requerimientos planteados inicialmente, además la empresa con frecuencia adquiere nuevos equipos para mantenerse al tanto de las nuevas tecnologías, que aparecen en el mercado, en lo que respecta a la validación y pruebas.

Con respecto a las áreas de conocimiento analizadas durante el presente proyecto, Teradyne de Costa Rica estrictamente estableció como necesidad inmediata desarrollar solamente 7 de las 10 áreas de conocimiento (la gestión de integración está implícita a lo largo de este trabajo de investigación), esto debido al tiempo de desarrollo de las mismas, interés y prioridades propias del negocio. Con respecto a las gestiones excluidas dentro de este proyecto están: Gestión de Calidad, Teradyne de Costa Rica cuenta con su propio sistema de calidad certificado en ISO 9001:2015, Gestión de Recursos Humanos cuenta con su propio departamento de Recursos Humanos el cual desarrolla planes y procesos propios del negocio y Gestión de Riesgos, la empresa Teradyne de Costa Rica

cuenta con un proceso interno y toda una metodología utilizando como base la norma ISO 9001:2015 para llevar a cabo la gestión de riesgos, su medición y mitigación.

1.2 Problemática

El eje principal del trabajo realizado en Teradyne de Costa Rica es el desarrollo de soluciones de carácter ingenieril y técnico que cumplan con los requerimientos establecidos previamente por los clientes. Dentro de estas soluciones se pueden incluir actividades como crear sistemas en los cuales se mezcla tanto la parte de software como hardware y además realizar todo el proceso de verificación y validación de una amplia gama de sistemas electrónicos. Esta última actividad es la que presenta mayor importancia para la empresa a nivel global, y se relaciona con áreas como por ejemplo la producción industrial donde se realiza todo el proceso de validación funcional a simples semiconductores hasta tarjetas analógicas o digitales de alta complejidad.

La validación y verificación de sistemas no solo es una actividad de gran importancia para Teradyne de Costa Rica, sino que también lo es para las empresas que contratan sus servicios, ya que es sumamente necesario que todos los productos sean puestos a prueba antes de ser introducidos en el mercado, con el objetivo de asegurarse que estos siguen fielmente todas las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento, y de este modo cumplirán correctamente con el fin de su creación.

Este proyecto se origina debido a la gran necesidad que posee la empresa de implementar un proceso de verificación sobre los relés (relevadores) electromecánicos. Estos relés están presentes en diversos productos de Teradyne de Costa Rica; que dicha empresa pone a disposición en el mercado.

Internamente Teradyne de Costa Rica realiza estudios financieros con el fin de conocer cuáles son los principales ingresos y egresos anuales percibidos. En estos estudios, se encontró que uno de los gastos cuatrimestrales más frecuentes en los cuales que la empresa incurre, tiene que ver con daños en tarjetas causados por el fallo de relés; toda la logística que conlleva transportar una tarjeta dañada hasta el centro de reparación más cercano, el reemplazo de los relés

dañados y la posterior devolución al cliente. Debido a lo descrito anteriormente surge la propuesta de elaborar un plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de relés y permita realizar una aproximación de la vida útil y funcionalidad óptima de los relés para así determinar si están próximos a fallar y de ser el caso, reemplazarlos de una vez. Esto con el fin de evitar que la tarjeta en futuro cercano vuelva presentar inconvenientes por el fallo de un relé que se pudo sustituir antes, reduciendo al mínimo los gastos que, como se mencionó anteriormente, todo este proceso conlleva para la empresa.

1.3 Justificación del problema

A través de los años la empresa se ha adentrado en nuevas áreas, y en la actualidad la empresa se centra principalmente en la validación y pruebas en el área de semiconductores donde se incluyen circuitos analógicos, radio frecuencia, compuertas lógicas, potencia y señales mixtas, dispositivos de almacenamiento de información.

Todas estas áreas forman parte de los bloques funcionales esenciales para el funcionamiento de todos los equipos en general, por lo que podría decirse que casi todos los dispositivos que se utilizan hoy en día han atravesado por algún producto de Teradyne (telefonía celular, tabletas, dispositivos de memoria, etc.). De aquí la necesidad de proponer una herramienta y un proceso automatizado que permita analizar y verificar la funcionalidad de los productos y garantizar la satisfacción de los mismos, en este caso los relés electromecánicos utilizados por Teradyne de Costa Rica.

Entre los beneficios del proyecto se encuentran: satisfacción del cliente, menor tiempo de prueba y automatización de los procesos de elaboración del producto y servicio final.

1.4 Objetivo General

Elaborar un Plan de Gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de los relés electromecánicos.

1.5 Objetivos Específicos

1. Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto.
2. Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.
3. Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto.
4. Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto hacia los involucrados.
5. Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto.
6. Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Institucional

2.1.1 Antecedentes de la Institución

La empresa Teradyne de Costa Rica fue fundada hace dieciocho años, se encuentra localizada en la zona franca América ubicada en San Francisco de Heredia y la conforman alrededor de doscientos ochenta empleados directos. La fundación de la empresa se dio con el propósito de brindar servicios de reparación de equipo electrónico para los sistemas de prueba de los diferentes clientes de empresa.

Dada esta situación, se puede mencionar que el núcleo de la estructura organizacional de Teradyne de Costa Rica la conforma el Departamento de Reparación y todos sus colaboradores.

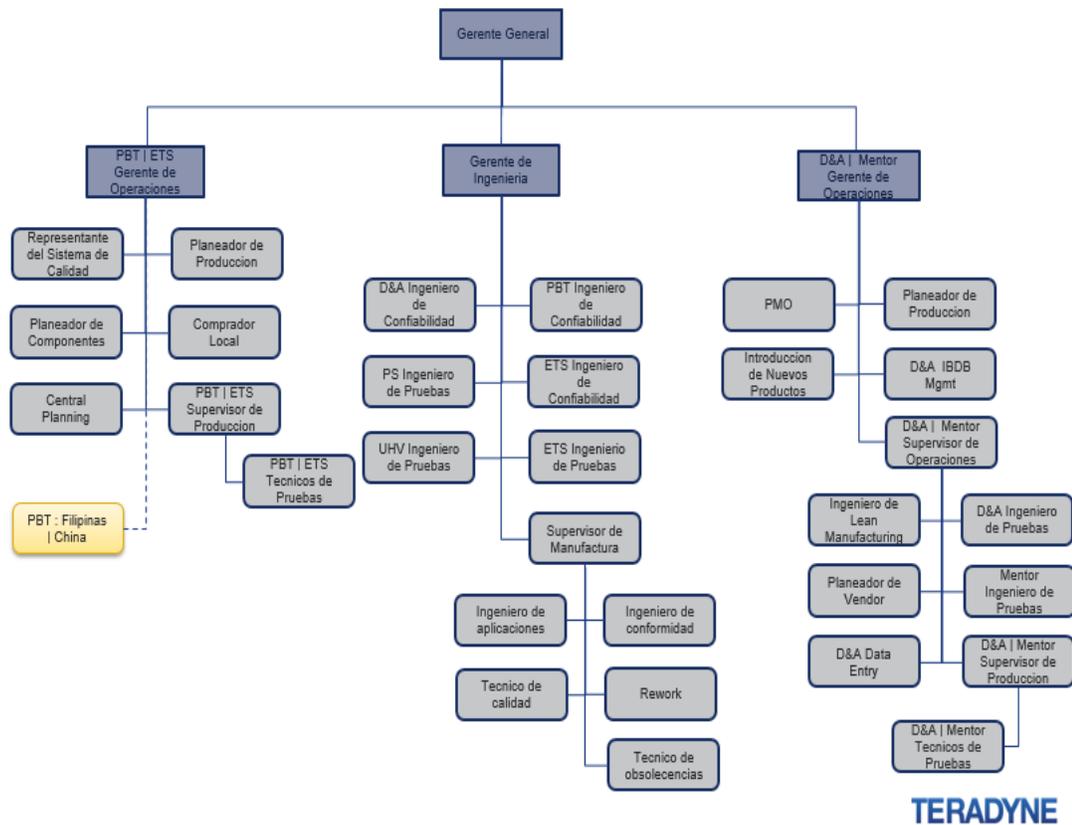
El mercado en el cual se desenvuelve la organización es la tecnología, específicamente en el área de equipo automático de prueba para semiconductores y ensamblajes electrónicos, por lo que los proyectos que se desarrollan están alineados a esta área. Dada la naturaleza de los ensamblajes electrónicos y los equipos automáticos de prueba, surge la necesidad de elaborar un plan para el proceso de revisión automática de los relés electromecánicos utilizados por la empresa Teradyne de Costa Rica que permita verificar la funcionalidad de dichos relés que se encuentran dentro de los productos de Teradyne y así garantizar la satisfacción del cliente tanto en producto y como en el servicio final.

2.1.2 Misión y Visión

Misión: “Proveer servicios post-venta rentables y calidad para nuestros clientes, caracterizados por la constante innovación” (Teradyne de Costa Rica, 2018).

Visión: “Un lugar asombroso para trabajar y con personas altamente talentosas; el estándar industrial en servicios post-venta para equipo electrónico, y así lograr un crecimiento dramático y rentable para Teradyne de Costa Rica” (Teradyne de Costa Rica, 2018).

2.1.3 Estructura Organizativa



Teradyne de Costa Rica, 2018

Figura 1. Organigrama de Teradyne de Costa Rica

Basados en Teradyne de Costa Rica, 2018 Figura 1, el proyecto abarcará la totalidad del área de reparación de Teradyne de Costa Rica tanto en la estructura del diseño, implementación, validación y soporte tanto de software como de hardware en la nueva herramienta propuesta para el proceso de revisión automática de los relés utilizados en el producto final.

2.1.4 Productos que ofrece

El principal producto que ha ofrecido la empresa Teradyne de Costa Rica es la reparación de tarjetas electrónicas de los diferentes sistemas de prueba que adquieren sus clientes. Sin embargo, a partir de los últimos años ha crecido la

gama de productos que la empresa Teradyne de Costa Rica ofrece, esto con la apertura de nuevos departamentos que se traduce directamente en nuevos servicios, como lo son específicamente servicios de ingeniería de diseño, implementación y soporte. He aquí la importancia de automatizar los procesos para asegurar la aceptación y satisfacción tanto del producto como del servicio final en este caso, los relés o relevadores electromecánicos utilizados en las tarjetas electrónicas.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

2.2.1 Proyecto

Según el PMBoK en su quinta edición (2013), un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto o servicio con un resultado único. Los proyectos se llevan a cabo para cumplir objetivos mediante la producción de entregables.

De igual manera se tiene que por la naturaleza temporal de los proyectos, existirá así un principio y un final definidos (producto único, servicio único, resultado único, combinación única).

Se puede caracterizar un proyecto como el desarrollo de un conjunto de actividades para alcanzar un objetivo definido. Estas actividades consecuentemente deberán ser planificadas y coordinadas para lograr resultados exitosos.

Es importante mencionar que un proyecto no es solo para crear ideas nuevas, sino que puede estar relacionado con mejoras o modificaciones a los procesos, productos o servicios ya existentes. Con esto, un proyecto podrá estar basado en uno anterior, buscando el mejoramiento continuo.

Algunas de las características más importantes de un proyecto son:

- Su objetivo está bien definido en términos de alcance, costo y tiempo.
- Es desarrollado por una serie de actividades no repetitivas que se realizan en una secuencia y cumplen los objetivos mediante la producción de entregables.

- Duración finita y en un marco de tiempo específico.
- Existencia de un patrocinador, el cual será quien suministre los fondos requeridos para su realización.

2.2.2 Administración de Proyectos

Según el PMBoK en su quinta edición (2013), la administración de proyectos se define como la aplicación de conocimientos, habilidades y técnicas a las diferentes actividades del proyecto para lograr el cumplimiento de los requisitos del mismo. Todas estas herramientas, técnicas y recomendaciones que plantea el PMBoK son solamente guías de buenas prácticas para la gestión de proyectos. El director del proyecto será la figura encargada de plantear el uso y la selección de las buenas prácticas que mejor se adecuan para gestionar cada proyecto en específico.

Por otro parte, Gido y Clements (2018) conceptualizan que una administración de proyectos implica la planificación, organización, coordinación, dirección y control de los recursos para la ejecución exitosa del proyecto. Así, el beneficio más importante de la implementación de técnicas y herramientas de administración de proyectos será obtener un cliente satisfecho.

El PMI divide la administración de proyectos en grupos o procesos, áreas de conocimiento y responsabilidad profesional y social. Los grupos de procesos siguen el proceso general de dirección de proyectos, conformado por inicio, planificación, monitoreo/control y cierre del proyecto.

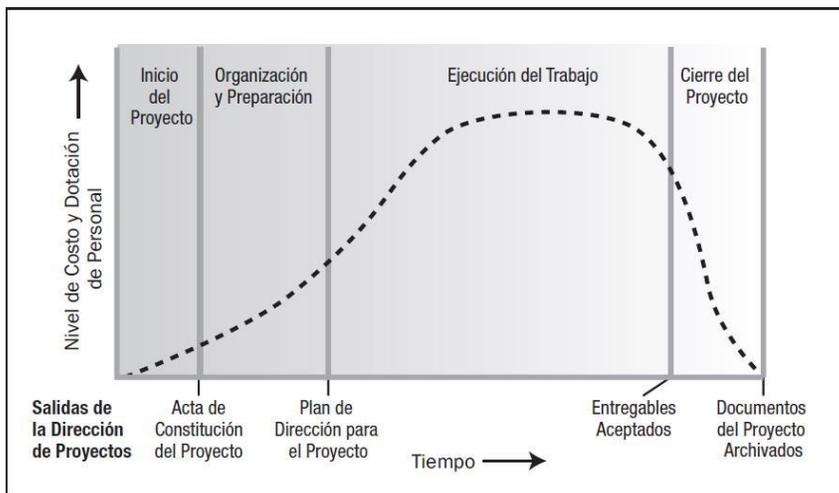
2.2.3 Ciclo de vida de un Proyecto

Basados en el PMBoK en su quinta edición (2013), el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto. Dichas fases son organizadas de manera secuencial, iterativas y en ocasiones superpuestas. Las fases se determinan en función de las necesidades propias que tenga cada organización en cuanto a la gestión y el control, así como por la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.

De igual manera, las fases del ciclo de vida del proyecto serán acotadas en el tiempo por un inicio y un final. Así, un ciclo de vida se podrá documentar dentro de una metodología.

A pesar de que todos los proyectos varían en tamaño y complejidad, estos se podrán configurar dentro de una estructura genérica de ciclo de vida, la cual se cita a continuación:

- Inicio del proyecto.
- Organización y preparación del proyecto.
- Ejecución del trabajo.
- Finalizar el proyecto.



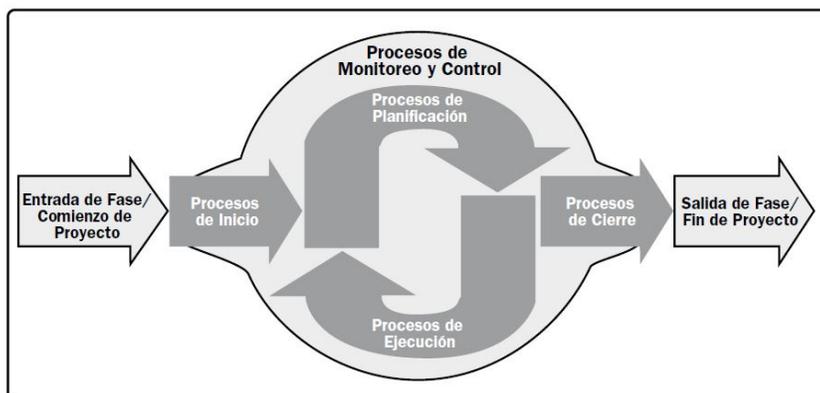
PMI, 2013, p.39

Figura 2. Ciclo de Vida de un Proyecto.

2.2.4 Procesos en la Administración de Proyectos

Según el PMBoK (2013), un Grupo de Procesos de la Dirección de Proyectos es un agrupamiento lógico de actividades, relacionadas entre sí, para alcanzar objetivos específicos que se realizan para la creación de un producto final. Cada uno de estos procesos se caracteriza por sus entradas, las técnicas y herramientas que se utilizan y sus salidas.

- Grupo de Procesos de Inicio: etapa de definición del proyecto, las ideas se concretan y se traducen en entregables, se definen los interesados y el director del proyecto; para así lograr la aprobación del proyecto.
- Grupo de Proceso de Planificación: se define el alcance del proyecto, para así perfilar los objetivos y traducirlos en una lista de tareas para lograr su obtención. Es aquí donde se desarrolla un cronograma de planificación de actividades y se definen consecuentemente los recursos necesarios.
- Grupo de Proceso de Ejecución: etapa donde se implementa el plan de desarrollo del proyecto. Conformado por los procesos para lograr el cumplimiento del plan del proyecto y que se relaciona con coordinación de personas y recursos, integrar y realizar diferentes actividades.
- Grupo de Proceso de Monitoreo y Control: etapa de verificación del cumplimiento del plan del proyecto. Se verifica la realización de cada una de las actividades del cronograma para así cumplir con los requisitos establecidos.
- Grupo de Proceso de Cierre: etapa en donde se da por completado o terminado el proyecto. Se lleva a cabo la entrega del producto o servicio al cliente y se formaliza la aceptación del mismo



PMI, 2013, p.50

Figura 3. Grupo de Procesos de un Proyecto.

Según el PMBoK en su quinta edición (2013), existen diez áreas de conocimiento en la administración de proyectos.

- La Gestión de la Integración del Proyecto: en cada proyecto se debe establecer las mejores prácticas para poder integrar la administración del proyecto. Por lo tanto, en esta etapa se realizan las siguientes actividades:
 - Desarrollar el acta de constitución del proyecto.
 - Desarrollar el plan para la dirección del proyecto.
 - Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto.
 - Supervisar y controlar el trabajo del proyecto.
 - Realizar el control integrado de cambios.
 - Cerrar el proyecto o fase.

- La Gestión del Alcance del Proyecto: el principal objetivo será documentar el que está y lo que no está incluido en el ámbito del proyecto. Así, incluye los procesos para asegurar que el proyecto incluya el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito. Por lo tanto, en esta etapa se realizan las siguientes actividades:
 - Planificar la gestión del alcance.
 - Recopilar requisitos.
 - Definir el alcance.
 - Crear la EDT/WBS.
 - Validar el alcance.
 - Controlar el alcance.

- **Gestión del Tiempo del Proyecto:** incluye los procesos necesarios para gestionar la terminación del proyecto en el plazo definido. Los procesos relacionados son:
 - Planificar la gestión del cronograma.
 - Definir las actividades.
 - Secuenciar las actividades.
 - Estimar los recursos de las actividades.
 - Estimar la duración de las actividades.
 - Desarrollar el cronograma.
 - Controlar el cronograma.

- **Gestión de los Costos del Proyecto:** incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos para que el proyecto pueda ser completado dentro del presupuesto aprobado. Los procesos involucrados son:
 - Planificar la gestión de los costos.
 - Estimar los costos.
 - Determinar el presupuesto.
 - Controlar los costos.

- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** incluye los procesos para determinar las políticas, los objetivos y las responsabilidades relacionadas a la calidad, de modo que en el proyecto se cumplan con las mismas. Los procesos para la gestión de la calidad son:
 - Planificar la gestión de la calidad.
 - Realizar el aseguramiento de calidad.

- Controlar la calidad.
- Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto: incluye todos los procesos para organizar y dirigir al equipo de trabajo del proyecto. Este equipo de trabajo estará conformado por personas con roles y responsabilidades. Los procesos para la gestión de los recursos humanos son:
 - Planificar la gestión de los recursos humanos.
 - Adquirir el equipo del proyecto.
 - Desarrollar el equipo del proyecto.
 - Dirigir el equipo del proyecto.
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto: incluye todos los procesos para crear, distribuir, analizar, recopilar y presentar la información y documentación del proyecto en el momento requerido. Los procesos para la gestión de las comunicaciones del proyecto son:
 - Planificar la gestión de las comunicaciones.
 - Gestionar las comunicaciones.
 - Controlar las comunicaciones.
- Gestión de los Riesgos del Proyecto: incluye los procesos para identificar, clasificar, calificar, evaluar y gestionar los riesgos que puedan suceder en el proyecto. Los procesos involucrados son en la gestión de los riesgos del proyecto son:
 - Planificar la gestión de los riesgos.
 - Identificar los riesgos.
 - Realiza análisis cualitativo de riesgos.
 - Realizar un análisis cuantitativo de riesgos.

- Planifica la respuesta a los riesgos.
 - Controlar los riesgos.
- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto: Involucra los procesos para la adquisición de productos o de servicios en el proyecto. Los procesos involucrados son:
 - Planificar la gestión de las adquisiciones.
 - Efectuar las adquisiciones.
 - Controlar las adquisiciones.
 - Cerrar las adquisiciones
- Gestión de los Interesados del Proyecto: Involucra los procesos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden verse afectados por el proyecto. Los procesos involucrados son:
 - Identificar a los interesados.
 - Planificar el involucramiento de los interesados.
 - Gestionar la participación de los interesados.
 - Monitorear el involucramiento de los interesados.

2.3 Definición sobre los Relés Electromecánicos

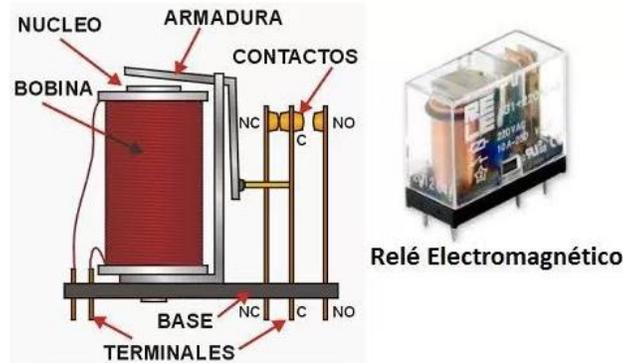
Especificaciones técnicas de los Relés Electromecánicos

Los relés o relevadores electromecánicos son utilizados en una gran variedad de aplicaciones, para controlar un circuito electrónico con una potencia mayor. De igual manera, son muy utilizados en áreas como: la comunicación, la industria automotriz, la industria de la automatización, entre otras, donde la confiabilidad de un relé es crucial. Los materiales de los que están fabricados los contactos de los relés tienen diferentes composiciones, impurezas, niveles de porosidad, estructuras granuladas, y superficies con asperezas. Estas características influyen

en las propiedades de contacto como la resistencia de erosión, la resistencia de fundido, la movilidad y la resistencia de contacto. A su vez, el comportamiento de los contactos también depende de numerosos factores como el material de contacto, presión de contacto, el tiempo de apertura y de cerrado del contacto. El rendimiento y la confiabilidad de los contactos de los relés esperados difieren de un fabricante a otro. La confiabilidad de los relés utilizados en la electrónica de potencia es crítica para aplicaciones como lo son los sistemas de control.

Funcionamiento de los relés electromecánicos

Un relé o relevador electromecánico es un interruptor operado eléctricamente por una señal de entrada con un pequeño voltaje para controlar un circuito con una potencia mucho mayor. Por esta razón, los relés son utilizados en aplicaciones como el encendido de automóviles, apertura y cierre de interruptores en líneas de transmisión, automatización de procesos de producción, etc. Los relés, generalmente, consisten de una bobina, un núcleo, una armadura, bases terminales y los contactos que conmutan. Con el fin de conmutar, un circuito de baja potencia (típicamente 5 VDC), energiza la bobina y esta crea un campo magnético. El campo magnético atrae las placas de metal hacia la bobina, cerrando así el circuito entre los contactos del lado que está normalmente abierto. Cuando la señal de control cae por debajo del voltaje umbral, el contacto retorna a su posición inicial que esta normalmente cerrada. Una mejor explicación de la posición del contacto normalmente cerrado (NC) y el normalmente abierto (NA). Cuando la bobina no está energizada, el contacto común se encuentra al lado del contacto NC y cuando se energiza el inductor este cambia al lado del contacto NA.



Liceo Paris, 2017, obtenido el 14 de Abril del 2018 de <http://tecnologiaaliceoparis.wordpress.com/2017/06/08/circuitos-electricos-apuntes/>
 Figura 4. Partes de un Relé Electromecánico.

Relés electromecánicos de lámina

Los relés o relevadores de lámina consisten de un par de delgadas láminas metálicas que están herméticamente selladas en un tubo de vidrio o normalmente en un encapsulado plástico. Una bobina magnética rodea el encapsulado y cuando es activado causa que las láminas se atraigan entre sí, cerrando el contacto de esta manera. Cuando el inductor pierde energía, la tensión del resorte hace que se separen los contactos.

Tipos de fallos de los relés electromecánicos

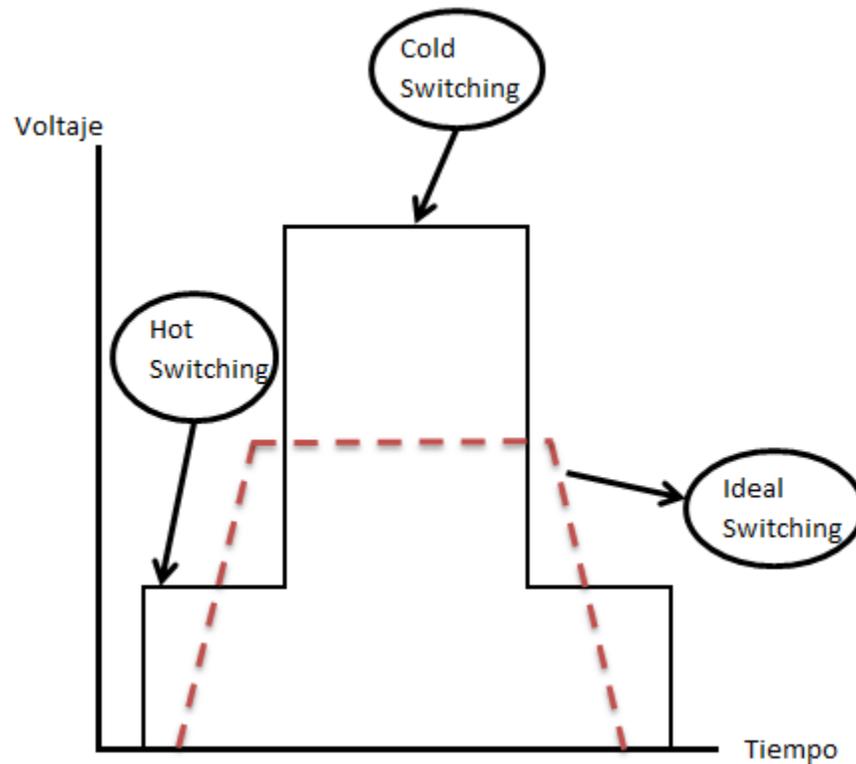
“Hot Switching” es un término en inglés utilizado para describir operaciones en las que un relé en intercambio caliente es abierto o cerrado mientras hay un flujo de corriente eléctrica entre los contactos. Es un parámetro que puede tener un impacto importante en la vida del relé.

Un relé utilizado en un entorno de “Hot Switching” experimentará erosión por contacto y calentamiento que no ocurre en un entorno de “Cold Switching”, término en inglés para el intercambio en frío en el que el flujo de corriente se retira antes de cambiar el estado del relé.

Pruebas de los relés electromecánicos

Entre las pruebas funcionales a las cuales serán sometidos los relés electromecánicos será identificar si el relé se encuentra en un intervalo de “Hot

Switching” o de “Cold Switching”. Como se puede observar en la Figura 5, los intervalos de “Hot Switching” y “Cold Switching” no cumplen con los intervalos necesarios que debería tener un relé electromecánico con una funcionalidad considerada correcta con respecto al voltaje y tiempo.



Elaboración Propia.

Figura 5. Hot Switching y Cold Switching.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Fuentes de Información

Según Losantos (2011), las fuentes de información nos ayudan a localizar y recuperar los documentos y la información. En este caso, las fuentes de información permitirán recopilar la información necesaria para estudiar y determinar la elaboración de un plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de los relés electromecánicos para la empresa Teradyne de Costa Rica y posteriormente desarrollar la estrategia para dicha implementación.

3.1.1 Fuentes Primarias

Según Losantos (2011), las fuentes primarias de información son aquellas que contienen información nueva, original y de primera mano. Con respecto al término original, se refiere a que el documento contiene toda la información pertinente al proyecto y no necesita complementarse con otras fuentes.

Para este PFG las fuentes primarias de información, serán todos aquellos colaboradores de la organización que se determinen como especialistas o expertos. Se les consultará acerca de los relés electromecánicos que consideren conveniente incluir en la revisión automatizada de pruebas de relés, esa información será tomada en cuenta para seleccionar y establecer las especificaciones técnicas a definir en la elaboración e implementación de la herramienta, tomando en cuenta los posibles desarrolladores de hardware y software tanto en la empresa como disponibles en el mercado y el costo monetario asociado.

3.1.2 Fuentes Secundarias

Según Losantos (2011), las fuentes de información secundarias son aquellas que no tienen como objetivo principal ofrecer información sino indicar qué fuente o documento nos la puede proporcionar. Los documentos secundarios remiten generalmente a documentos primarios.

En este caso en específico, se realizará una investigación documental utilizando fuentes secundarias de información como lo son artículos, libros, información proveniente de Internet, documentación de investigaciones previas, registros de proyectos similares de la empresa, entre otras; y así elaborar el plan de gestión para la revisión automática de los relés electromecánicos para la empresa Teradyne de Costa Rica y su consecuente estrategia de implementación

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Fuentes de información utilizadas para cada objetivo

Objetivo	Fuentes Primarias de Información	Fuentes Secundarias de Información
Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto.	Entrevistas con Gerencia e Ingeniería de Teradyne de Costa Rica.	<ul style="list-style-type: none"> -Guía del PMBoK (2013). -Director de proyectos (2018). -Manual de Calidad de Teradyne de Costa Rica. -Literatura de los sistemas automáticos de prueba.
Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.	Reunión con el equipo de proyecto para definir tiempos de entrega.	-Machote de diagrama de Gantt utilizado por Teradyne de Costa Rica.
Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto.	El presupuesto de la oficina financiera.	<ul style="list-style-type: none"> -Historial de compras de equipos y suministros. -Instructivo de solicitud de órdenes de compra.

Objetivo	Fuentes Primarias de Información	Fuentes Secundarias de Información
Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto	Reunión con el equipo de trabajo para definir canales de comunicación	-Plantilla de comunicaciones de Teradyne de Costa Rica -Correos -Control Interno de Teradyne
Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto	Entrevista con Ingeniería. Se solicita cotizaciones a diferentes proveedores.	-Catálogo de Equipos y Herramientas de Teradyne de Costa Rica
Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto	Reuniones con los interesados	-Bitácora de reuniones

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Métodos de Investigación

Según Hernández (2014), el método de investigación es el conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema.

En este sentido, los métodos de la investigación son la parte de un proyecto de investigación donde se exponen y describen de manera razonable los criterios adoptados en la elección de la metodología, sea esta cuantitativa o cualitativa.

3.3 Método Investigación Descriptiva

Según Hernández (2014), la investigación descriptiva tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivos inclusive en la hipótesis.

3.4 Método Investigación Documental

Para Hernández (2014), la investigación documental consiste en detectar, consultar y obtener bibliografía, conocimiento o información moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva y de modo que puedan ser útiles para el propósito del estudio en proceso.

En el Cuadro 2, se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Cuadro 2. Métodos de Investigación.

Objetivo	Investigación Descriptiva	Investigación Documental
Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto	No Aplica	Se consulta el manual de calidad de Teradyne, políticas internas y el PMBoK
Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto	Integración de los paquetes de trabajo del proyecto en el cronograma. Se define una secuencia lógica de las actividades.	No Aplica

Objetivo	Investigación Descriptiva	Investigación Documental
Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto.	No Aplica.	Se consulta el instructivo de solicitud de órdenes de compras y el PMBoK.
Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto.	Se utiliza el plan de comunicaciones de acuerdo con el proceso establecido por Teradyne de Costa Rica.	No Aplica.
Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto.	No Aplica.	Consulta de equipo y herramientas y mano de obra disponibles en Teradyne de Costa Rica.
Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto.	Identificación de los involucrados del proyecto.	No Aplica.

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Herramientas

Según el PMI (2013), las herramientas son el medio que permite recopilar la información de la manera adecuada según el método de investigación utilizado; una plantilla, un programa de software, un diseño de hardware, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado.

En el Cuadro 3, se definen las herramientas a utilizar para cada objetivo específico propuesto.

Cuadro 3. Herramientas

Objetivo	Herramientas
Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto.	Reuniones. Juicio de Expertos. Plantilla de alcance del proyecto.
Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.	MS Project. MS Excel.
Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto.	MS Excel. Plantillas de presupuesto para un proyecto.
Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto.	Correo Electrónico. Informes de desempeño.
Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto.	Plantillas de adquisiciones. Órdenes de compra. Contratos. Entrevistas.
Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto.	Entrevistas y encuestas de los involucrados. Sistema de gestión de la información.

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Supuestos y Restricciones

Según el PMI (2013), los supuestos son factores del proceso de planificación que se consideran verdaderos, reales o seguros sin pruebas ni demostración alguna. Describen el impacto de dichos factores en caso de resultar falsos.

Por otra parte, las restricciones son factores limitantes que afectan la ejecución de un proyecto o proceso. Se incluyen en el alcance del proyecto o en un registro independiente. Dichas limitaciones pueden ser internas o externas.

Los Supuestos y Restricciones y su relación con los objetivos específicos del Proyecto Final de Graduación se incluyen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Supuestos y Restricciones

Objetivo	Supuestos	Restricciones
Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto.	Se tiene definido la herramienta necesaria para la prueba de los relés.	Software y hardware no apropiados para el desarrollo de la propuesta.
Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.	Se cuenta con el suficiente tiempo para finalizar el proyecto.	El cronograma asignado se estipula para el presente año (2018).
Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto.	Se cuenta con la aprobación del presupuesto.	El presupuesto asignado se estipula para el presente año (2018).
Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto.	Se cuenta con los canales de comunicación estandarizados por Teradyne de Costa Rica.	Se cuenta con solamente dos canales de comunicación oficiales establecidos por Teradyne de Costa Rica (Reuniones y Correo Electrónico)
Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto.	Se cuenta con la lista de productos y servicios necesarios para el desarrollo proyecto.	Pocos suplidores aprobados y calificados para la obtención de productos y servicios.

Objetivo	Supuestos	Restricciones
Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto.	Se incluyen y comunica a todos los involucrados del proyecto.	Expectativas limitadas debido al objetivo general del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

3.7 Entregables.

Según el PMI (2013), un entregable es cualquier producto, servicio o resultado único y verificable como consecuencia de la aplicación de herramientas y técnicas que puede producirse al final de una etapa, fase o proyecto.

En el Cuadro 5 se definen los entregables para cada objetivo específico.

Cuadro 5. Entregables

Objetivo	Entregables
Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto.	Documento donde se incluye el Plan de Gestión del Alcance.
Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.	Plan de Gestión del Cronograma a seguir para el proyecto.
Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto.	Plan de Gestión de Costos con el presupuesto del proyecto y sus procesos de control.
Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto.	Plan de Gestión de las Comunicaciones con las estrategias de comunicación necesarias para el proyecto.
Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto.	Plan de Gestión de las Adquisiciones Órdenes de compra y subcontrataciones necesarias para el proyecto.
Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto.	Documento que detalla el Plan de Gestión de los Involucrados del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

4 DESARROLLO

4.1 Plan de Gestión del Alcance

El presente proyecto consiste en elaborar un plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de los relés electromecánicos utilizados por la empresa Teradyne de Costa Rica. Dicho plan debe cumplir con los estándares y procedimientos establecidos por dicha empresa.

4.1.1 Recopilación de los Requisitos

El PMI (2013) define la recopilación de los requisitos como: “el proceso que determina, documenta y gestiona las necesidades y requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto propuesto”.

Para ello, se deberán identificar las actividades pertinentes a la creación de la herramienta para así obtener el producto deseado y lograr descomponer todo el trabajo necesario de tal manera que se pueda costear, asignar los recursos humanos necesarios y permita medir el avance a través del tiempo.

El objetivo de la descomposición del trabajo es el de identificar todo el trabajo necesario a realizar para obtener el producto deseado.

Para la elaboración del plan para el desarrollo e implementación del proceso automático de revisión de relés, se utiliza la plantilla que se muestra en el Cuadro 6.

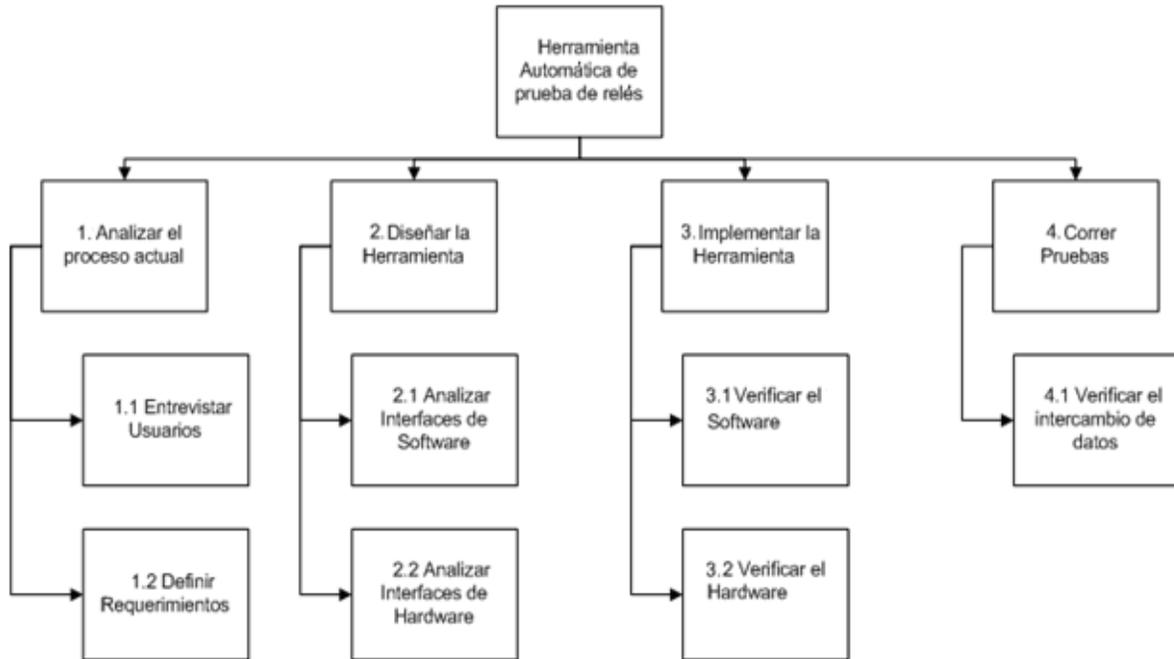
Cuadro 6. Descomposición del trabajo

Entregable	Actividad	Tarea / Sub-Tarea	Descripción
Herramienta automática de prueba de relés	1. Analizar el proceso actual	1.1 Entrevistar Usuarios.	Reunirse con los involucrados del producto y conocer el funcionamiento actual de los relés.
		1.2 Definir requerimientos.	Recopilar toda la información necesaria para la creación de la herramienta.
	2. Diseñar la Herramienta	2.1 Analizar Interfaces de Software.	Analizar cual software se utilizará para la prueba de los relés.
		2.2 Analizar Interfaces de Hardware.	Analizar cual herramienta de hardware es la indicada para la prueba de los relés.
	3. Implementar la Herramienta	3.1 Verificar el software.	Instalación del software seleccionado para la prueba de los relés.
		3.2 Verificar el hardware.	Instalación del hardware seleccionado para la prueba de los relés.
	4. Correr Pruebas	4.1 Verificar el intercambio de datos.	Corroboración de los datos obtenidos durante las pruebas de los relés.

Fuente: Elaboración Propia

Para la descomposición del trabajo necesario se debe desarrollar una estructura detallada de trabajo (EDT o WBS siglas en inglés). En la EDT, se representa todo el trabajo que se debe ejecutar para obtener el entregable deseado. El trabajo no incluido en la EDT queda fuera del alcance de este proyecto y no será realizado.

La Figura 6 muestra la EDT correspondiente al presente proyecto en la cual se observa el trabajo por realizar y la jerarquía muestra actividades en dos niveles bien definidos.



Elaboración Propia

Figura 6. Estructura Detallada de Trabajo (EDT).

Además de la EDT y para complementar la Gestión del Alcance, se recomienda utilizar un diccionario de la EDT en el cual se detalla cada actividad de la Estructura Detallada de Trabajo para un mayor control. Así, los involucrados pueden conocer en detalle en qué consisten las tareas asignadas en la EDT propuesta.

Cuadro 7. Diccionario de la EDT. Entrevistar Usuarios

1. Analizar el Proceso Actual	
Código de la EDT	1.1
Nombre de la EDT	Entrevistar Usuarios
Descripción	Reunirse con los involucrados del producto y conocer el funcionamiento actual de los relés.
Actividades	1. Reuniones con cada involucrado del producto 2. Entrevistas cortas acerca del funcionamiento de los relés.
Dependencias	N/A
Entregables	Bitácoras de Reuniones con acuerdos Informes de resultados anteriores.
Recursos	Computadora, Teléfono, Salas de Reunión, Involucrados
Responsable(s)	Ingeniero, PMO
Criterio de Aceptación	Recopilación de información con datos reales y sustentables
Estimaciones	
Fecha de Inicio	01-October-2018
Fecha de Finalización	29-October-2018
Costo	\$3,073.66

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8. Diccionario de la EDT. Definir Requerimientos

1. Analizar el Proceso Actual	
Código de la EDT	1.2
Nombre de la EDT	Definir requerimientos
Descripción	Recopilar toda la información necesaria para la creación de la herramienta
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar información de proyectos similares. 2. Recopilación de información de reuniones con los involucrados y expertos 3. Revisar información técnica 4. Diagnóstico de la situación actual
Dependencias	1.1
Entregables	Lista de requerimientos necesarios para crear el software y hardware de la herramienta por proponer
Recursos	Computadora, datos técnicos de relés, involucrados
Responsable(s)	Ingeniero, Técnico, PMO
Criterio de Aceptación	Informe con los requerimientos mínimos del proyecto
Estimaciones	
Fecha de Inicio	05-Noviembre-2018
Fecha de Finalización	03-Diciembre-2018
Costo	\$3,073.66

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9. Diccionario de la EDT. Analizar Interfaces de Software

2. Diseñar la Herramienta	
Código de la EDT	2.1
Nombre de la EDT	Analizar Interfaces de Software
Descripción	Analizar cual software se utilizara para la prueba de los relés
Actividades	1. Analizar el software actual para la prueba de relés (si existe) 3. Analizar conexiones de interfaz computadora-software-producto 2. Realizar un Benchmarking de software disponibles en el mercado
Dependencias	1.1 1.2
Entregables	Informe completo del software seleccionado
Recursos	Ingeniero, PMO
Responsable(s)	Ingeniero, PMO
Criterio de Aceptación	Software seleccionado cumple con los requisitos necesarios para garantizar la calidad del producto final
Estimaciones	
Fecha de Inicio	04-Diciembre-2018
Fecha de Finalización	01-Enero-2019
Costo	\$982.14

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 10. Diccionario de la EDT. Analizar Interfaces de Hardware

2. Diseñar la Herramienta	
Código de la EDT	2.2
Nombre de la EDT	Analizar Interfaces de Hardware
Descripción	Analizar cual hardware se utilizara para la prueba de los relés
Actividades	1. Analizar el hardware actual para la prueba de relés (si existe) 3. Analizar conexiones de interfaz computadora-hardware-producto 2. Realizar un Benchmarking de hardware utilizables para comprar o diseñar
Dependencias	1.1 2.1
Entregables	Informe completo del hardware seleccionado
Recursos	Ingeniero, PMO
Responsable(s)	Ingeniero, PMO
Criterio de Aceptación	Hardware seleccionado cumple con los requisitos necesarios para garantizar la calidad del producto final y confiable para el Técnico
Estimaciones	
Fecha de Inicio	02-Enero-2019
Fecha de Finalización	30-Enero-2019
Costo	\$982.14

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11. Diccionario de la EDT. Verificar el Software

3. Implementar la Herramienta	
Código de la EDT	3.1
Nombre de la EDT	Verificar el Software
Descripción	Instalación del software seleccionado para la prueba de los relés
Actividades	1. Instalar el software seleccionado con la licencia necesaria y compatible con Windows 7 2. Correr un demo para verificar la instalación
Dependencias	2.1
Entregables	Software instalado y funcional
Recursos	Computadora, Software, Licencias de Software, Presupuesto, Involucrados
Responsable(s)	Ingeniero
Criterio de Aceptación	Software instalado sin problemas de interfaz
Estimaciones	
Fecha de Inicio	31-Enero-2019
Fecha de Finalización	20-Febrero-2019
Costo	\$9.357

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12. Diccionario de la EDT. Entrevistar Usuarios

3. Implementar la Herramienta	
Código de la EDT	3.2
Nombre de la EDT	Verificar el Hardware
Descripción	Instalación del hardware seleccionado para la prueba de los relés
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar el hardware seleccionado compatible con Windows 7 y los relés 2. Correr un demo para comprobar conexiones 3. Comprobar conexión e interfaz computador-software-hardware-relés 4. Pruebas con relés físicos
Dependencias	2.2
Entregables	Hardware instalado y funcional
Recursos	Computadora, Hardware, Software, Relés, Presupuesto, Involucrados
Responsable(s)	Ingeniero
Criterio de Aceptación	Hardware instalado sin problemas de interfaz o conexión
Estimaciones	
Fecha de Inicio	21-Febrero-2019
Fecha de Finalización	13-Marzo-2019
Costo	\$5.112

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 13. Diccionario de la EDT. Verificar el intercambio de datos

4. Correr Pruebas	
Código de la EDT	4.1
Nombre de la EDT	Verificar el Intercambio de Datos
Descripción	Corroboración de los datos obtenidos durante las pruebas de los relés
Actividades	1. Verificar la interfaz computadora-hardware-software-relés 2. Analizar los datos obtenidos 3. Comparación de datos obtenidos en la verificación contra datos prácticos (sin software/hardware)
Dependencias	3.1 3.2
Entregables	Base de datos de pruebas
Recursos	Computadora, Hardware, Software, Relés, Involucrados
Responsable(s)	Ingeniero
Criterio de Aceptación	Base de datos 100% confiable de pruebas de los relés
Estimaciones	
Fecha de Inicio	14-Marzo-2019
Fecha de Finalización	27-Marzo-2019
Costo	\$1.475

Fuente: Elaboración Propia

El costo de las actividades de la EDT es la suma del recurso humano y el insumo o servicio requerido para el desarrollo de la tarea. Los datos específicos en cuanto a los costos mencionados anteriormente, se detallan en la Gestión de Costos del Proyecto.

4.1.2 Manejo de cambios en la Gestión del Alcance del Proyecto

Según el PMI (2013), “es el proceso de monitorear el estado del proyecto y la línea base del alcance del producto, y de gestionar cambios a la línea base del alcance”.

Para el manejo de cambios del alcance, se aplica la técnica de análisis de variación con el propósito de encontrar las causas, el impacto y diferencia existente entre el desempeño real y la línea base propuesta. Una vez identificadas

la causa, el impacto y la diferencia, se procede a tomar acciones de respuesta (preventivas o correctivas). En el Cuadro 14 se muestra la plantilla para el control de cambios al alcance del proyecto:

Cuadro 14. Análisis de Variación en el Alcance del Proyecto

ANÁLISIS DE VARIACIÓN			
Fecha			
Nombre Del Proyecto			
Director del Proyecto	Nombre		
	Firma		
VARIACIÓN DE COSTOS	EV	AC	$CV = EV - AC$
Causas			
Impacto			
Acciones de Respuesta			
VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA	EV	PV	$SV = EV - PV$
Causas			
Impacto			
Acciones de Respuesta			
VARIACIÓN FINAL	BAC	EAC	$VAC = BAC - EAC$
Causas			
Impacto			
Acciones de Respuesta			

Fuente: Elaboración Propia

La variación de costos y la variación del cronograma se detallan en las secciones de Gestión de Costos y Cronograma del Proyecto respectivamente.

Con respecto a la Variación Final:

BAC: es el presupuesto estimado desde el inicio hasta la finalización del proyecto.

EAC: es lo que se estima que costará el proyecto a su finalización.

VAC: Variación del proyecto en relación a su presupuesto original y el presupuesto final real.

Como se mencionó anteriormente, las acciones de respuesta pueden ser preventivas o correctivas. Son necesarias según lo requiera el grado de desviación sobre la línea base. El grado de desviación es aceptable siempre y cuando el trabajo realizado sea mucho mayor a conforme avance el proyecto propuesto.

4.2 Plan de Gestión del Cronograma

Para la propuesta a desarrollar en este proyecto, Teradyne de Costa Rica cuenta con recurso humano propio, con una jornada laboral de lunes a viernes de 8am a 5pm. Debido a que la empresa posee el personal calificado para la ejecución de este proyecto, no se verán afectada la duración de las tareas propuestas.

Para la propuesta en cuanto a los tiempos de duración de las actividades, se realizará una estimación de: 1. Tiempo Optimista, 2. Tiempo Más Probable, 3. Tiempo Pesimista. Una vez obtenidos estos tiempos, se procederá a calcular el Tiempo estimado de Duración de cada actividad de trabajo.

Según el PMI (2013), la estimación de los recursos de las actividades se define como “el proceso de estimar la cantidad y tipo de insumos o recurso humano para llevar a cabo cada actividad. Este proceso identifica el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar las actividades y así permite estimar el costo y la duración de manera más precisa”

4.2.1 Estimación del tiempo de duración de las actividades

En el cuadro 15 se describen las actividades necesarias para la ejecución del proyecto. Como se mencionó anteriormente, para el cálculo del tiempo estimado (T_e), se toman en cuenta tres valores de tiempo: 1. T_o (Tiempo Optimista), 2. T_m (Tiempo Más Probable) y 3. T_p (Tiempo Pesimista). Para el cálculo del tiempo estimado se utilizó la siguiente fórmula según la técnica de PERT:

$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6}$$

Cuadro 15. Estimación de actividades

ID	Entregable	Descripción	Duración en Días				Recurso Humano
			To	Tm	Tp	Te	
	Herramienta automática de prueba de relés		85	120	175	123	Ingeniería Técnicos PMO Patrocinador
1	Analizar el proceso actual		30	40	60	42	
1.1	Entrevistar Usuarios	Reunirse con los involucrados del producto y conocer el funcionamiento actual de los relés	15	20	30	21	Ingeniería Técnicos PMO
1.2	Definir requerimientos	Recopilar toda la información necesaria para la creación de la herramienta	15	20	30	21	Ingeniería Técnicos PMO
2	Diseñar la Herramienta		30	40	60	42	
2.1	Analizar Interfaces de Software	Analizar cual software se utilizara para la prueba de los relés	15	20	30	21	Ingeniería

2.2	Analizar Interfaces de Hardware	Analizar cual hardware se utilizara para la prueba de los relés	15	20	30	21	Ingeniería
3	Implementar la Herramienta		20	30	40	30	
3.1	Verificar el software	Instalación del software seleccionado para la prueba de los relés	10	15	20	15	Ingeniería
3.2	Verificar el hardware	Instalación del hardware seleccionado para la prueba de los relés	10	15	20	15	Ingeniería
4	Correr Pruebas		5	10	15	10	
4.1	Verificar el intercambio de datos	Corroboración de los datos obtenidos durante las pruebas de los relés	5	10	15	10	Ingeniería Técnicos PMO Patrocinador

Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos establecidos (T_o , T_m y T_p) se establecieron mediante el juicio de los expertos en el área, registro de proyectos finalizado con alguna semejanza al presente, y el criterio de los involucrados en el proyecto.

Los criterios utilizados en el cuadro 15 se basaron en un método conocido como la técnica PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas). El método lo que indica es que cuando exista incertidumbre sobre el tiempo de ejecución de alguna actividad se podrá hacer el uso de la técnica basado en:

Tiempo Optimista: el tiempo en que ejecuta una actividad o tarea basadas en el mejor escenario y sin complicaciones.

Tiempo Más Probable: el tiempo más frecuente en el que se completará una tarea o actividad. Se toma en cuenta los recursos que probablemente sean asignados al proyecto, su productividad y expectativas reales.

Tiempo Pesimista: tiempo en el que se termina una actividad o tarea en condiciones adversas, en el peor escenario y complicaciones inusuales.

Basados en los cálculos realizados en el cuadro 15, el tiempo optimista de finalización del proyecto fue de 85 días, el tiempo más probable fue de 120 días, el tiempo pesimista fue de 175 días y el tiempo esperado utilizando la fórmula del método PERT fue de 123 días.

El cronograma propuesto se muestra en la Figura 7.

		Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		<input type="checkbox"/> Herramienta Automatica de Prueba de Reles	129 days	Mon 10/1/18	Thu 3/28/19	
2		<input type="checkbox"/> Analizar el proceso Actual	46 days	Mon 10/1/18	Mon 12/3/18	
3		<input type="checkbox"/> Entrevistar Usuarios	21 days	Mon 10/1/18	Mon 10/29/18	
4		Reuniones con cada involucrado	10 days	Mon 10/1/18	Fri 10/12/18	
5		Entrevistas con cada involucrado	10 days	Mon 10/15/18	Fri 10/26/18	4
6		Conclusiones	1 day	Mon 10/29/18	Mon 10/29/18	4,5
7		<input type="checkbox"/> Definir Requerimientos	21 days	Mon 11/5/18	Mon 12/3/18	3
8		Revisión de Proyectos Similares	5 days	Mon 11/5/18	Fri 11/9/18	6
9		Recopilación de Información	5 days	Mon 11/12/18	Fri 11/16/18	8
10		Revisión de Información Técnica	5 days	Mon 11/19/18	Fri 11/23/18	9
11		Diagnóstico de la Situación Actual	6 days	Mon 11/26/18	Mon 12/3/18	8,9,10
12		<input type="checkbox"/> Diseñar la Herramienta	42 days	Tue 12/4/18	Wed 1/30/19	2
13		<input type="checkbox"/> Analizar Interfaces de Software	21 days	Tue 12/4/18	Tue 1/1/19	
14		Análisis del Software Actual	7 days	Tue 12/4/18	Wed 12/12/18	11
15		Análisis de Conexiones de Interfaz	7 days	Thu 12/13/18	Fri 12/21/18	14
16		Benchmarking y selección de Software	7 days	Mon 12/24/18	Tue 1/1/19	14,15
17		<input type="checkbox"/> Analizar Interfaces de Hardware	21 days	Wed 1/2/19	Wed 1/30/19	
18		Análisis del Hardware Actual	7 days	Wed 1/2/19	Thu 1/10/19	11
19		Análisis de Conexiones de Interfaz	7 days	Fri 1/11/19	Mon 1/21/19	18
20		Benchmarking y selección de Hardware	7 days	Tue 1/22/19	Wed 1/30/19	18,19
21		<input type="checkbox"/> Implementar la Herramienta	30 days	Thu 1/31/19	Wed 3/13/19	12
22		<input type="checkbox"/> Verificar el Software	15 days	Thu 1/31/19	Wed 2/20/19	
23		Instalar Software con la licencia requerida	10 days	Thu 1/31/19	Wed 2/13/19	16
24		Correr Demo	5 days	Thu 2/14/19	Wed 2/20/19	23
25		<input type="checkbox"/> Verificar el Hardware	15 days	Thu 2/21/19	Wed 3/13/19	
26		Instalar Hardware seleccionado	2 days	Thu 2/21/19	Fri 2/22/19	20
27		Correr Demo	3 days	Mon 2/25/19	Wed 2/27/19	26
28		Comprobar conexiones e interfaz de datos	5 days	Thu 2/28/19	Wed 3/6/19	27
29		Pruebas con reles físicos	5 days	Thu 3/7/19	Wed 3/13/19	28
30		<input type="checkbox"/> Correr Pruebas	10 days	Thu 3/14/19	Wed 3/27/19	21
31		<input type="checkbox"/> Verificar el Intercambio de Datos	10 days	Thu 3/14/19	Wed 3/27/19	
32		Verificar Interfaces de conexión	2 days	Thu 3/14/19	Fri 3/15/19	23,26
33		Análisis de datos obtenidos	3 days	Mon 3/18/19	Wed 3/20/19	32
34		Comparación de datos obtenidos con datos prácticos	5 days	Thu 3/21/19	Wed 3/27/19	33
35		<input type="checkbox"/> Documentación	1 day	Thu 3/28/19	Thu 3/28/19	
36		Documentar el Proyecto	1 day	Thu 3/28/19	Thu 3/28/19	2,12,21,30

Elaboración Propia en programa de cómputo MS Project

Figura 7. Cronograma del Proyecto

4.2.2 Manejo de Cambios en la Gestión del Cronograma del Proyecto

Según el PMI (2013), “es el proceso de monitorear el estado de las tareas del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar los cambios a la línea base del cronograma para cumplir con el plan”.

En el Cuadro 16 se muestra la plantilla para el manejo de cambios en el cronograma.

Cuadro 16. Cambios en el Cronograma del Proyecto

ANÁLISIS DE VARIACIÓN			
Fecha			
Nombre Del Proyecto			
Director del Proyecto	Nombre		
	Firma		
VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA	EV	PV	SV = EV - PV
Causas			
Impacto			
Acciones de Respuesta			

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la Variación del Cronograma del Proyecto:

EV: es el valor ganado (valor estimado en días del trabajo realizado hasta la fecha).

PV: es el valor planificado (valor estimado en días del trabajo planificado hasta la fecha).

SV: Variación del plazo del proyecto. Si SV es negativo, el proyecto se encuentra atrasado. Si SV es positivo, el proyecto va adelantado.

Las acciones de respuesta pueden ser preventivas o correctivas y son necesarias según lo requiera el grado de desviación sobre la línea base. El grado de desviación es aceptable siempre y cuando el trabajo realizado sea mucho mayor a conforme avance el proyecto propuesto.

4.3 Plan de Gestión de Costos

Para la planificación de la gestión de costos del proyecto, se utilizará una herramienta de estimación de costos la cual asegurará que el presupuesto definido sea el indicado.

Por otra parte, la gestión de costos del proyecto contempla el costo del recurso humano, de los insumos necesarios adquiridos por la empresa y los servicios utilizados para la ejecución de las actividades dentro del proyecto.

En cuanto al costo de las labores de los involucrados, se utilizará el salario base administrado por la empresa Teradyne de Costa Rica dividido entre 28 días para obtener el salario por día de cada involucrado.

4.3.1 Estimación de costos del Proyecto

El PMI (2013) indica que estimar costos “es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto”.

Para efectos de reserva administrativa y costos que generen algún imprevisto, se va a presupuestar 10% y la reserva para contingencia, un 3%.

4.3.2 Estimación de costos del Recurso Humano

El PMI (2013) indica que estimar costos “es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto”.

En el cuadro 17, se detalla el costo salarial de todos los involucrados en el proyecto.

Para el cálculo del salario diario, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Salario Diario} = \frac{\text{Salario Base Mensual}}{28 \text{ días}}$$

Cuadro 17. Costo salarial diario de los involucrados

Involucrado	Salario Mensual	Salario Diario
Técnico en Electrónica	\$971	\$35
Ingeniero en Electrónica	\$1,320	\$47
PMO	\$1,840	\$66

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 18. Estimación del costo de los involucrados en el proyecto

ID	Entregable	Descripción	Duración en Días	Recurso Humano	Costo Unitario	Costo Total
	Herramienta automática de prueba de relés		123			\$11,001.25
1	Analizar el proceso actual		42			\$6,147.32
1.1	Entrevistar Usuarios	Reunirse con los involucrados del producto y conocer el funcionamiento actual de los relés	21	Ingeniero Técnico PMO	\$148	\$3,073.66
1.2	Definir requerimientos	Recopilar toda la información necesaria para la creación de la herramienta	21	Ingeniero Técnicos PMO	\$148	\$3,073.66
2	Diseñar la Herramienta		42			\$1,964.29

2.1	Analizar Interfaces de Software	Analizar cual software se utilizara para la prueba de los relés	21	Ingeniero	\$47	\$982.14
2.2	Analizar Interfaces de Hardware	Analizar cual hardware se utilizara para la prueba de los relés	21	Ingeniero	\$47	\$982.14
3	Implementar la Herramienta		30			\$1,414
3.1	Instalación y verificación del software	Instalación del software seleccionado para la prueba de los relés	15	Ingeniero	\$47	\$707
3.2	Instalación y verificación del hardware	Instalación del hardware seleccionado para la prueba de los relés	15	Ingeniero	\$47	\$707
4	Correr Pruebas		10			\$1,475.36
4.1	Verificar el intercambio de datos	Corroboración de los datos obtenidos durante las pruebas de los relés	10	Ingeniero Técnico PMO	\$148	\$1,475.36

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo del costo unitario del proyecto, se sumó el costo diario (Cuadro 18) de cada uno de los involucrados (técnico, ingeniero y PMO). En algunos casos los tres involucrados están presentes para ejecutar la tarea asignada y en otros casos solamente el ingeniero.

Para el cálculo del costo total, se multiplica el costo unitario por la duración en días.

El costo total del recurso humano requerido para el proyecto es de \$11.000

4.3.3 Estimación de costos de los insumos del proyecto

En el Cuadro 19 se presenta la lista de insumos necesarios para ejecutar el proyecto.

Cuadro 19. Estimación del costo de los insumos del proyecto

Categoría	Detalles	Cantidad	Costo por unidad (\$)	Costo Total (\$)
Instrumentos	Multímetro Digital Agilent 3458A	1	\$2400	\$2400
	Fuente Agilent E3632A	1	\$1000	\$1000
	Conectores, acoples, cables	1	\$120	\$120
	Componentes electrónicos de uso general	1	\$350	\$350
PCB	El PCB a utilizar se fabrica fuera del país	1	\$500	\$500
Equipo de seguridad	Gabacha antiestática	1	\$30	\$30
	Lentes de protección	1	\$5	\$5
Licencias de software	Microsoft Office	1	\$200	\$200
	NI LabView 2013	1	\$2500	\$2500
	Windows 7	1	\$750	\$750
	Teradyne TestStudio	1	\$3200	\$3200
	Altium Designer	1	\$2000	\$2000

Fuente: Elaboración Propia

El costo total de los insumos requeridos para el proyecto es de \$13.000

Además de la lista presentada anteriormente, el proyecto requiere un osciloscopio, un generador de señales y un analizador de espectros con un costo total de \$11.500. Dichos instrumentos no fueron incluidos en la lista de insumos en el cuadro 19 debido a que la empresa Teradyne de Costa Rica no necesita comprarlos para efectos del proyecto ya que los tiene a disposición para la ejecución del mismo.

4.3.4 Estimación de costos de los insumos del proyecto

En el Cuadro 20 se presenta la lista de insumos necesarios para ejecutar el proyecto.

Cuadro 20. Estimación del costo de los servicios del proyecto

Categoría	Detalles	Cantidad	Costo por unidad (\$)	Costo Total (\$)
Asesoría técnica y profesional	Capacitaciones	2	\$150	\$300
Servicios básicos	Electricidad, Agua Potable, Internet, Facilidades, Espacio Físico	5	\$140	\$700

Fuente: Elaboración Propia

Para el proyecto, es necesaria la inclusión de 2 capacitaciones de \$150 cada una. Por tanto, al multiplicar estas capacitaciones por su costo unitario, el costo total es de \$300. Por otra parte, en cuanto a los servicios básicos, se identificaron 5 con un costo de \$140 cada uno. Su costo total es de \$700

El costo total de los servicios requeridos para el proyecto es de \$1.000.

4.3.5 Determinación del presupuesto

El PMI (2013) indica que determinar el presupuesto “es el proceso que suma los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para crear una línea base de costo autorizada”

Cuadro 21. Presupuesto estimado con Reserva Administrativa

Categoría	Costo Total (\$)
Recurso Humano	\$11.000
Insumos	\$13.000
Servicios	\$1.000
SUB-TOTAL	\$25.000
Reserva Administrativa (10%)	\$2.500
Total	\$27.500

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 22. Presupuesto estimado con Reserva de Contingencia

Categoría	Costo Total (\$)
SUB-TOTAL (con Reserva Administrativa)	\$27.500
Reserva de Contingencia (3%)	\$825
Total	\$28.325

Fuente: Elaboración Propia

4.3.6 Manejo de Cambios en la Gestión de Costos del Proyecto

“Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del mismo y gestionar posibles cambios en la línea base de los costos” según PMI (2013).

Cuadro 23. Cambios en los Costos del Proyecto

ANÁLISIS DE VARIACIÓN			
Fecha			
Nombre Del Proyecto			
Director del Proyecto	Nombre		
	Firma		
VARIACIÓN DE COSTOS	EV	AC	CV = EV - AC
Causas			
Impacto			
Acciones de Respuesta			

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la Variación de los Costos del Proyecto:

EV: es el valor ganado (valor estimado en costo del trabajo realizado hasta la fecha).

AC: es el costo real (costo incurrido para realizar el proyecto hasta la fecha).

CV: Variación del costo del proyecto. Si CV es negativo, el costo del proyecto es mayor al presupuestado. Si CV es positivo, el costo del proyecto es menor al presupuestado.

Las acciones de respuesta pueden ser preventivas o correctivas y son necesarias según lo requiera el grado de desviación sobre la línea base. El grado de desviación es aceptable siempre y cuando el trabajo realizado sea mucho mayor a conforme avance el proyecto propuesto.

4.4 Plan de Gestión de Comunicaciones

El plan de gestión de las comunicaciones se describe como “la forma en que se planificarán, estructurarán, monitorearán y controlarán las comunicaciones del proyecto” según PMI (2013).

De acuerdo con PMI (2013), un buen plan de comunicaciones debe:

1. Planificar la gestión de las comunicaciones, proceso en el que se desarrolla un enfoque y un plan necesario para las comunicaciones del proyecto con respecto a las necesidades y requisitos de información de los interesados.
2. Gestionar las comunicaciones, proceso en el que se crea, recopila, distribuye, almacena, recupera y se realiza la disposición final de la información del proyecto de acuerdo a lo establecido en el plan de gestión de las comunicaciones.
3. Controlar las comunicaciones, en este proceso se monitorean y controlan las comunicaciones del proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto asegurando un flujo óptimo de información entre los participantes de la comunicación.

Se deben definir los procesos de escalamiento, métodos para actualizar el plan, glosarios, diagramas de flujo y cuáles son los recursos asignados a las actividades de comunicación.

La importancia de este proceso reside en que una comunicación oportuna y eficaz crea un vínculo entre los distintos interesados en un mismo proyecto, ya que se logra conectar diferentes entornos organizacionales, culturas, perspectivas y sobre todo intereses.

4.4.1 Métodos de Comunicación:

Se utilizarán dos principales métodos de comunicación para compartir la información: 1. Presencial: en el caso de las reuniones en la cual los involucrados se interrelacionan para tomar algunas decisiones o resolver conflictos propios del proyecto. Para ello, previamente se le informará a los involucrados el día, la hora, lugar y agenda de la reunión, se utilizará formato de reuniones con su respectiva bitácora. El cuadro 24, muestra el formato de la bitácora.

Cuadro 24. Formato de la Bitácora

Bitácora de la Reunión	
Nombre del proyecto:	Fecha:
	Lugar:
Frecuencia de la reunión:	Hora:
Director de la reunión:	
Objetivo de la reunión:	_____
Agenda de la reunión:	_____

Involucrados: (Nombre y Puesto)	_____

Acciones a realizar:	_____

Notas:	_____

Fuente: Elaboración Propia

2. No presencial: Involucra correos electrónicos, llamadas telefónicas, consultas externas, reportes, reuniones no oficiales, faxes, conocimiento técnico.

Como parte de la gestión de comunicación, Teradyne de Costa Rica determinará qué información relevante (interna / externa) comunicar, cómo se comunicará, cuando comunicar, a quién comunicar y quién comunicará.

Cuadro 25. Matriz de Comunicación

¿Qué Comunicar?	¿Cuándo Comunicar?	¿A Quién Comunicar?	Método	Responsable
Necesidades y expectativas de las partes interesadas	Anual	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Supervisores Gerentes
Política de Calidad	Anual	Todo el personal	Intranet Entrenamientos	Ingeniero de Calidad
Roles and Responsabilidades	Nuevo Personal Cambio de puestos	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Recursos Humanos Supervisores Gerentes
Riesgos y Oportunidades de la Organización	Anual	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Ingeniero de Calidad
Objetivos de Calidad	Anual	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Ingeniero de Calidad
Cambios en el sistema de Calidad	Cada cambio	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Ingeniero de Calidad
Quejas de Clientes	Cuando sea requerido	Supervisores Gerentes Ingeniero de Calidad	Reuniones Correos Electrónicos	Supervisores
Comunicación con el Cliente	Cuando sea requerido	Supervisores Gerentes	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Supervisores Gerentes
Efectividad del Sistema de Calidad	Cuatrimestral	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Supervisores Gerentes

Revisión y resultado de Meticas (KPIs)	Mensual	Todo el personal	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Supervisores Gerentes
Resultados de satisfacción de los clientes	Cuatrimestral	Gerentes	Reuniones Correos Electrónicos Intranet	Ingeniero de Calidad
Resultados de auditorías internas	Cuatrimestral	Gerentes	Correos Electrónicos Intranet	Ingeniero de Calidad
Resultados de auditorías externas	Anual	Gerentes	Correos Electrónicos Intranet	Ingeniero de Calidad

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Manejo de Cambios en la Gestión de Comunicaciones del Proyecto

Según el PMI (2013), “es el proceso de monitorear y controlar las comunicaciones a través del ciclo de vida del proyecto para asegurar la satisfacción en las necesidades de información de los interesados en el proyecto”.

El proceso de cambios en las comunicaciones del proyecto se lleva a cabo mediante:

1. Reuniones: semanales o quincenales donde existe el diálogo abierto dentro del equipo de trabajo. Principalmente se da intercambio de información, retroalimentación y acuerdos del proyecto (Cuadro 24 formato de Bitácora).
2. Correos Electrónicos: evidencian de manera digital lo acordado en las reuniones, se establecen fechas, recordatorios y, además, se realiza el intercambio de conocimiento teórico/práctico de las actividades del proyecto. Involucra además el juicio de expertos dentro del proyecto propuesto.

4.5 Plan de Gestión de Adquisiciones

Según el PMI (2013), la planificación de la Gestión de Adquisiciones “es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar e identificar a los proveedores potenciales”. Su beneficio es determinar qué tan

preciso es obtener apoyo externo en caso de: qué adquirir, de qué manera, qué cantidad y qué tipo (insumo o servicio).

Se deben de seguir los 4 pasos propuestos por el PMI (2013):

- a. Planificar las adquisiciones: recopilar los requisitos y características del proyecto y con esto planear el perfil del proveedor.
- b. Ejecutar las adquisiciones: analizar las distintas ofertas hechas por los posibles proveedores.
- c. Administrar las adquisiciones: monitorear la labor y avance del proveedor.
- d. Cerrar las adquisiciones: evaluar el proyecto, cerrar el contrato y completar la documentación.

Para esta gestión de adquisición, la empresa Teradyne de costa Rica establece las siguientes herramientas y técnicas a utilizar por los involucrados:

Análisis de Hacer o Comprar: PMI (2013) define Hacer o Comprar como “una técnica general de gestión utilizada para determinar si un trabajo particular puede ser realizado de manera satisfactoria por el equipo de del proyecto o debe ser adquirido de fuentes externas”.

Juicio de Expertos: Según el PMI (2013), el juicio de expertos en comprar se puede utilizar para desarrollar o modificar los criterios que se aplicaran en la evaluación de la propuesta de los proveedores.

Investigación de Mercado: Únicamente se realiza la solicitud de 3 cotizaciones sin importar el monto de la compra o el tipo, esto para compras locales. Para compras en el exterior, no siguen este procedimiento y solo piden una cotización a un proveedor.

Cuadro 26. Herramientas de la Gestión de Adquisiciones

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	CANTIDAD	HERRAMIENTA	RESPONSABLE	COSTO APROX (\$)
Instrumentos	Multímetro Digital Agilent 3458A	1	Investigación de Mercado	Ingeniero	\$4400
	Fuente Agilent E3632A	1	Investigación de Mercado	Ingeniero	\$1000
	Conectores, acoples, cables	1	Comprar	Ingeniero	\$120
	Componentes electrónicos de uso general	1	Comprar	Ingeniero	\$350
PCB	El PCB a utilizar se fabrica fuera del país	1	Hacer	Ingeniero	\$500
Equipo de seguridad	Gabacha antiestática	1	Comprar	Departamento de EH&S	\$30
	Lentes de protección	1	Comprar	Departamento de EH&S	\$5
Licencias de software	Microsoft Office	1	Juicio de Expertos	Ingeniero	\$200
	NI LabView 2013	1	Juicio de Expertos	Ingeniero	\$4500
	Windows 7	1	Juicio de Expertos	Ingeniero	\$750
	Teradyne TestStudio	1	Juicio de Expertos	Ingeniero	\$3500
	Altium Designer	1	Juicio de Expertos	Ingeniero	\$3000
Asesoría técnica y profesional	Capacitaciones	2	Juicio de Expertos	Ingeniero	\$300

Fuente: Elaboración Propia

Teradyne de Costa Rica toma en consideración la reputación, calidad, tiempo de entrega y precio de los bienes y servicios de sus proveedores para tomar la decisión de cual suplidor será seleccionado según la necesidad del negocio. En los casos en que se debe analizar algo más como especificaciones del producto, el Departamento de Compras e Ingeniería trabajan juntos para determinar la mejor opción.

Para utilizar los servicios internos del Departamento de Compras de Teradyne de Costa Rica, se recomienda el utilizar la plantilla que se muestra en la figura 8:

Fecha:	 Formulario de Solicitud de Compra de Material		#
Nombre del Solicitante: _____			
Nivel de Prioridad: Urgente Normal			
Información del Proveedor			
Nombre del Proveedor: _____			
Local / Exterior: _____			
Información de la Requisición			
Centro de Costo: _____			
Cuenta: _____			
Categoría: _____			
Moneda: _____			
Insumo / Servicio: _____			
Detalles Generales			
Notas al Proveedor: _____			
Descripción de la Compra: _____			
Información del Departamento Solicitante			
Nombre del Departamento: _____			
Numero de Departamento: _____			
<div style="border: 1px dashed black; width: 100px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div> Cotización			
_____ Aprobado por			

Elaboración Propia

Figura 8. Plantilla de Adquisiciones

En relación al tema de evaluación de proveedores internos y externos, dicha evaluación se realiza una vez al año y aplica para todos aquellos proveedores en los cuales sus productos o servicios afecten el producto final producido por Teradyne de Costa Rica en temas de tiempos de entrega/respuesta, facturación, calidad del producto/servicio, precio y condiciones de pago.

Las acciones a tomar dependen del resultado o categoría obtenida durante la evaluación.

Cuadro 27. Criterio de Proveedores

CRITERIO	PONDERACION	CRITERIOS		
		3	2	1
		CONFIABLE	ACEPTABLE	DECENTE
Cumplimiento de acuerdos de Nivel de Servicio / Producto	0%-100%			

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 28. Tabla de Clasificación de Proveedores

Tabla de Clasificación de Proveedores	
Entre 100% y 81%	Confiable = Proveedor Aprobado
Entre 80% y 65%	Aceptable = Proveedor Sujeto a Aprobación
MENOR A 65%	Deficiente = Proveedor Rechazado

Fuente: Elaboración Propia

Después de la evaluación, se realiza una reunión con todos los involucrados del servicio/producto particular del proveedor en cuestión. Se discuten los resultados de dicha evaluación y se define si existe algún cambio en la lista actual de proveedores. Una vez definidos los acuerdos y decisiones internas, se procede a

llenar la bitácora de reuniones para luego enviarla por correo electrónico a cada involucrado.

4.5.1 Manejo de Cambios en la Gestión de Adquisiciones del Proyecto

Para el PMI (2013), el manejo de cambios y seguimiento al proceso de compras o adquisiciones “es el proceso de gestionar las relaciones de las adquisiciones, monitorear la ejecución de los contratos y efectuar cambios o correcciones al contrato según corresponda”.

Para el seguimiento de las compras, en la Figura 9 se muestra un ejemplo de la plantilla recomendada para monitorear las compras del proyecto.

Linea	Dept	Tipo	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total	Descripción	Número de Parte	Proveedor	Número de Compra	Fecha de Entrega	Estado de la Compra	Solicitante	Notas
1	5101	Insumo	\$7,802	1	\$7,802	3458A Multímetro Digital	NA	Keysight	824875	09/23/2018	√ A Tiempo	Luis Pérez	
2	5102	Insumo	\$132	1	\$132	Rubber Table Mat, Royal Blue, 24" x 72"	442-509	Jensen	824915	08/01/2018	x Tarde	Andrea Cruz	
3	6277	Servicio	\$982	1	\$982	Capacitación en Programación C++	NA	Cámara de Comercio	826014	N/A	√ A Tiempo	Alex Duran	
3	6277	Insumo	\$22	2	\$44	Metcal STTC-137 .070" 30° Chisel Solder Tip	406-238	Jensen	827019	08/16/2018	! Contactar Proveedor	Alex Duran	

Elaboración Propia

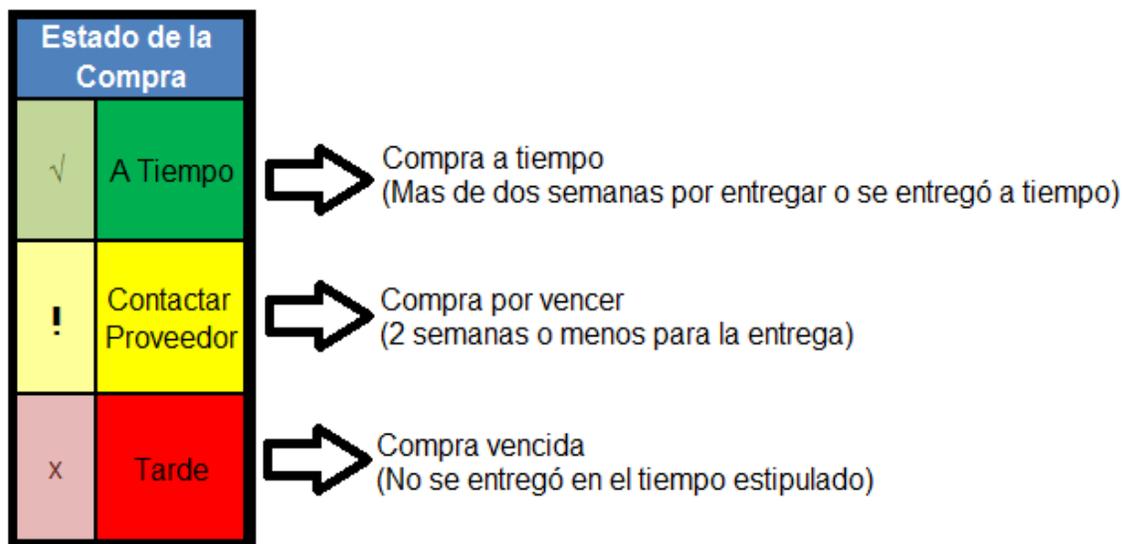
Figura 9. Plantilla de Monitoreo de Adquisiciones

Cuando se realiza una compra (producto o servicio) relacionado con el proyecto, el Departamento de Compras de Teradyne de Costa Rica deberá utilizar la plantilla mostrada anteriormente (Figura 8). En la plantilla, deberá incluir el departamento que solicitó el insumo o servicio, el precio unitario, la cantidad, el precio total (precio unitario multiplicado por la cantidad), la descripción de la compra, el número de parte del proveedor (si aplica), el número de compra, la fecha de entrega, el solicitante y notas (si aplica).

Utilizando fórmulas propias de MS Excel, se creó un indicador tipo “semáforo” para informar al Departamento de compras:

1. Verde: Si la compra se encuentra dentro del periodo de entrega establecido o fue entregado a tiempo.
2. Amarillo: Si se aproxima la fecha de vencimiento (2 semanas o menos de un día de la fecha acordada).
3. Rojo: Si la fecha de entrega acordada con el proveedor esta vencida (no se entregó el producto / servicio en la fecha acordada con el proveedor)

El departamento hace un seguimiento diario de las compras realizadas por Teradyne de Costa Rica. Para ello se programan reuniones y se realizan llamadas telefónicas con los distintos proveedores de insumos y servicios.



Elaboración Propia

Figura 10. Semáforo de Monitoreo de Adquisiciones

4.6 Plan de Gestión de los Interesados

Según el PMI (2013), la Gestión de los Interesados va mucho más allá de las comunicaciones y requiere algo más que solamente la dirección de un equipo debido a que el proyecto afectara a los involucrados por lo cual el director de

proyectos debe desarrollar mediante un plan una participación eficaz de los involucrados; gestionar las expectativas para alcanzar los objetivos propuestos.

4.6.1 Lista de partes interesadas en el Proyecto

Se identificaron todos los interesados del proyecto con sus respectivos intereses. El cuadro 29 presenta en detalle las partes interesadas

Cuadro 29. Lista de Partes Interesadas en el Proyecto

Partes Interesadas	Interés
1. Técnicos	Utilizar una herramienta automatizada que les facilite las tareas diarias de producción
2. Ingeniería	Desarrollar la herramienta automatizada como parte de la mejora continua de los productos / servicios internos
3. Supervisores	Asegurar la satisfacción del cliente mediante la calidad del producto
4. Gerentes	Asegurar la satisfacción del cliente , mejorando la calidad de los productos manteniendo la rentabilidad y objetivos de la Organización
5. Clientes	Obtener un producto confiable y de excelente calidad para sus propósitos
6. Proveedores	Obtener ganancias mediante la venta de productos y servicios

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2 Criterios para determinar el nivel de poder e interés de los interesados

Algunas características en el nivel de involucramiento son de suma importancia para realizar el análisis del nivel de poder e interés de las partes interesadas. Para ello, una adecuada planeación y un monitoreo son necesarios para determinar el análisis adecuado de cada parte interesada. Como estos puntos son la clave para la ejecución del proyecto, se analizan en el cuadro 30:

Cuadro 30. Criterios de Poder e Interés de los Interesados

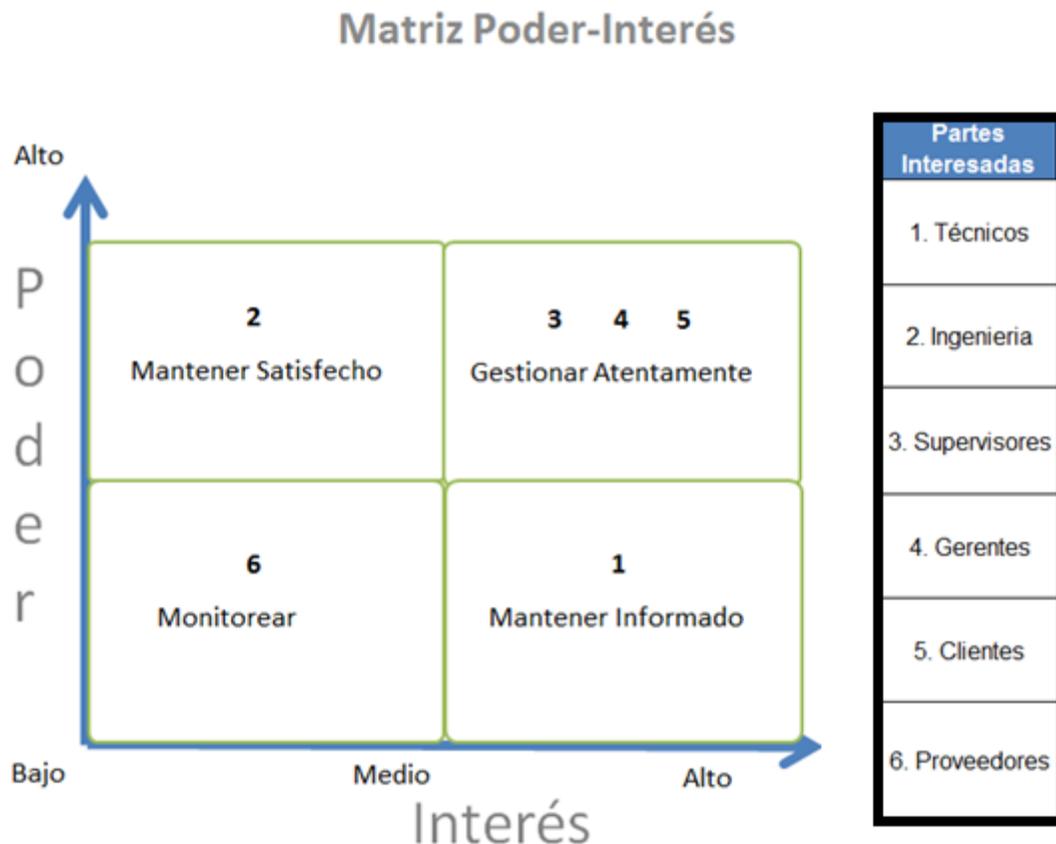
Partes Interesadas	Poder	Interés
1. Técnicos	Proporciona el servicio de reparación de tarjetas electrónicas. Experto en la reparación del producto	Utilizar una herramienta automatizada que les facilite las tareas diarias de producción
2. Ingeniería	Relación con los involucrados y conocimiento técnico del proyecto	Desarrollar la herramienta automatizada como parte de la mejora continua de los productos / servicios internos
3. Supervisores	Aprueban o no el proyecto	Asegurar la satisfacción del cliente mediante la calidad del producto
4. Gerentes	Aprueban o no el proyecto	Asegurar la satisfacción del cliente , mejorando la calidad de los productos manteniendo la rentabilidad y objetivos del negocio
5. Clientes	Compran los productos de Teradyne y además firman contratos de servicio de mantenimiento industrial	Obtener un producto confiable y de excelente calidad
6. Proveedores	Dueños de material/equipo/servicio indispensable para la elaboración de la herramienta automática.	Obtener ganancias mediante la venta de productos y servicios

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3 Matriz Interés/Poder

Se clasifican los grupos de interesados de acuerdo a su nivel de poder sobre las decisiones del proyecto o bien, el poder para influir sobre el mismo ya sea volviéndolo viable o no, versus el interés de cada involucrado sobre el proyecto, aunque no tenga poder de decisión. La escala de medida para el poder vs el interés va desde poder bajo e interés bajo, que implicaría tener a la parte interesada solamente monitoreada, para un poder bajo e interés alto, implicaría

mantener informada a la parte interesada. Para el caso de un nivel de poder alto e interés bajo, correspondería una gestión con objetivo de mantener satisfecha a la parte interesada y por último un nivel de poder alto e interés alto sería la escala más alta de la tabla, implicaría una gestión atenta y continua de la parte interesada. En la figura 11 se observa la gráfica de la matriz Poder / Interés.



Elaboración Propia
Figura 11. Matriz Poder / Interés

4.6.4 Estrategias para la Gestión de Interesados Claves

Es necesario gestionar la participación de los interesados basándose en sus necesidades, intereses e impactos potenciales para el éxito del proyecto. Es necesario determinar estrategias de los interesados claves del proyecto. Estas estrategias pueden clasificarse en gestionar atentamente, mantener satisfecho, mantener informado y monitorear. El Cuadro 31 muestra las estrategias según el interesado clave:

Cuadro 31. Estrategias para la Gestión de los Interesados Claves

Partes Interesadas	Estrategia
1. Técnicos	Monitorear el cumplimiento de las tareas propuestas
2. Ingeniería	Brindar soporte a Ingeniería para el desarrollo de la herramienta y de sus necesidades con los demás interesados
3. Supervisores	Mantener informado del avance del proyecto e intereses de los demás miembros del equipo
4. Gerentes	Proveer seguimiento del avance del proyecto
5. Clientes	Monitorear que las inquietudes y las necesidades del cliente sean atendidas y resueltas.
6. Proveedores	Monitorear que el equipo/material/servicio sean adquiridas en el tiempo, precio y calidad establecidas

Fuente: Elaboración Propia

4.6.5 Manejo de Cambios en la Gestión de los Interesados del Proyecto

El PMI (2013) define el manejo de cambios en la Gestión de los Interesados como “el proceso de monitorear las relaciones generales de los interesados del proyecto y ajustar las estrategias y los planes para involucrar a los interesados”.

Para el manejo de cambios de la Gestión de Interesados se utilizan las siguientes técnicas:

1. Reuniones: Principalmente, se establece la frecuencia, el objetivo, la agenda, los involucrados y acciones a realizar (Bitácora de Reuniones Cuadro 24)
2. Correos: Informar de manera oficial los cambios en las estrategias, planes y fechas del proyecto a todos los interesados.

5 CONCLUSIONES

1. De acuerdo con el Plan de la Gestión del Alcance del Proyecto, se incluyeron los procesos metodológicos necesarios para la ejecución del mismo. Siguiendo los procesos y normativas propias del negocio de Teradyne de Costa Rica, se establecieron los entregables en el tiempo propuesto. Estos son necesarios para el desarrollo de las áreas de conocimiento que se abordaron en este trabajo y están plasmadas en la EDT del proyecto con un planeamiento adecuado para garantizar el éxito y satisfacción del mismo.
2. Se determinó un plazo estimado de 123 días para la Gestión del Cronograma del Proyecto. Este plazo fue calculado mediante la estimación de tres valores. Posteriormente, el cálculo fue transferido a MS Project, se obtuvo el diagrama de Gantt respectivo, la relación y dependencia de las tareas propuestas en la EDT del proyecto y finalmente se adjunta la plantilla propuesta para los cambios en el cronograma para una adecuada ejecución de las tareas.
3. En cuanto a la Gestión de Costos del Proyecto, se definió un plan para cada uno de los paquetes de trabajo y sus respectivos entregables. Se definió un presupuesto total de 28.325 dólares estadounidenses. Se tomaron en cuenta el recurso humano, los insumos y servicios para el desarrollo del proyecto con un 10% de reserva administrativa y un 3% para contingencias. Finalmente se adjunta la plantilla recomendada para efectuar cambios en el presupuesto del proyecto.
4. En relación a la Gestión de las Comunicaciones del Proyecto, se definieron dos métodos de comunicación para el desarrollo del proyecto y dos canales de comunicación principalmente. Por tanto, la gestión de comunicaciones del proyecto se distribuye a través de reuniones (semanales, quincenales) para el cual existe una bitácora propuesta y una matriz de comunicaciones. El otro medio de comunicación son los correos electrónicos en el cual se comunican acuerdos y conocimientos teórico/prácticos. Por estos mismos canales, se

controlan los cambios en la gestión de comunicaciones del proyecto utilizando la matriz antes mencionada.

5. Para la Gestión de Adquisiciones del Proyecto, se diseñó un plan para la compra de insumos y servicios necesarios para la ejecución de las tareas propuestas. Para el análisis de la adquisición de los insumos se determinó si se deben de hacer o comprar; se utilizó el juicio de expertos para la evaluación de la propuesta de los proveedores e investigación de mercado para la obtención y selección de cotizaciones por parte de los proveedores. Para la adquisición de bienes y servicios, se adjunta una plantilla. Una vez realizada la compra de los insumos/servicios, se utiliza una plantilla de control para analizar si la entrega de los mismos está a tiempo, próximo a vencer o tarde.
6. Por otra parte, en la Gestión de los Interesados del Proyecto se identificaron los involucrados en el proyecto estableciendo el interés y poder de cada uno de los interesados mediante una Matriz de Poder-Interés. Para cada interesado del proyecto, se definió al menos una estrategia para mantener el involucramiento y motivación de manera eficaz de todos los interesados para así garantizar el éxito de la propuesta.
7. Finalmente, se concluye que la propuesta del proyecto conlleva grandes beneficios para los técnicos de Teradyne de Costa Rica debido a que facilita las labores de pruebas en el producto final y reducciones significativas en los tiempos de prueba del mismo. Además, ofrece mayor rentabilidad de negocio para la Alta Gerencia de Teradyne de Costa Rica y garantiza un producto confiable y de gran satisfacción para el usuario final o cliente.

6 RECOMENDACIONES

1. En cuanto al Plan de Gestión del Alcance del Proyecto, se hace la recomendación al Director del Proyecto de incluir todos los procesos analizados mediante la utilización del PMBoK. Esto con el fin de evitar un desenfoque en materia de proyectos.
2. Se recomienda al Director del Proyecto implementar la fórmula de la estimación del tiempo, así como el MS Project para gestionar y controlar el cronograma del proyecto previamente aprobado.
3. Para la Gestión de Costos del Proyecto, se recomienda al Director del Proyecto y al Patrocinador del mismo, tomar en cuenta los insumos y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto. Además, se recomienda incluir la reserva administrativa y de contingencia, con el fin de controlar el presupuesto aprobado.
4. Para el Plan de Gestión de las Comunicaciones, se recomienda a los involucrados en el proyecto utilizar los canales y métodos definidos para una correcta distribución de la información. De igual manera se recomienda al Director del Proyecto utilizar la Matriz de Comunicaciones donde se define qué comunicar, el medio, la frecuencia y quién recibe dicho comunicado.
5. Para el Plan de Gestión de Adquisiciones, se le recomienda al Departamento de Compras de Teradyne de Costa Rica, efectuar dichas adquisiciones o pagos por servicios profesionales bajo las políticas propias de la empresa establecidas en las órdenes de compra y sus condiciones. En este proceso, es importante determinar si es preciso obtener apoyo o asesoría externa.
6. Se recomienda al Director del Proyecto realizar reuniones periódicas con todos y cada uno de los interesados del proyecto. Esto con el fin de mantener las influencias necesarias según el poder/interés establecidos para ejecutar el proyecto con éxito.

7. Se recomienda al Director del Proyecto seleccionar un Ingeniero con experiencia en el campo electrónico y de proyectos con el fin de cumplir las tareas propuestas dentro del tiempo y costos asignados con la calidad esperada por el Patrocinador y cliente.
8. Al Departamento de Calidad y Alta Gerencia de Teradyne de Costa Rica se recomienda una mejora continua bajo los estándares ya utilizados del estándar ISO 9001:2015 en cuanto a la administración de los recursos humanos, económicos y tecnológicos de la empresa para que se implementen propuestas de adquisición de nuevas tecnologías de punta para facilitar el trabajo técnico, mejorar la calidad de los productos y servicios brindados a sus clientes.
9. Se recomienda a la Alta Gerencia de Teradyne de Costa Rica proporcionar espacios convenientes para el crecimiento profesional de sus colaboradores en cuanto a la mejora en los productos y servicios que la empresa ofrece. Esto mediante talleres, actividades de capacitación, que permitan adquirir nuevos conocimientos de tecnologías en relación al trabajo técnico, ingenieril y el ámbito de administración de proyectos.
10. Por último, se recomienda al Director del Proyecto la utilización y recopilación de todas las plantillas propuestas en el presente PFG. Una vez utilizadas estas plantillas, se pueden modificar, mejorar y adecuar para futuros proyectos de Teradyne de Costa Rica y estandarizar la implementación de estas mismas según lo requiera un departamento o gestión en específico.

7 BIBLIOGRAFÍA

Acerca de Teradyne. Obtenido el 7 de abril del 2018 de:
<https://www.teradyne.com/about-teradyne>

Circuitos Eléctricos. Obtenido el 14 de abril del 2018 de: <http://tecnologiaaliceoparis.wordpress.com/2017/06/08/circuitos-electricos-apuntes/>

George G. Angel, (2010). *PMP certification: a beginner's guide*. McGraw-Hill.

Gido Jack, Clements James P. (2018) *Successful Project Management*. (Séptima Edición). USA: Cengage Learning.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta Edición) México: McGraw Hill.

Hot Switching Relays. Obtenido el 7 de abril del 2018 de:
<http://www.pickeringtest.com/en-cr/kb/hardware-topics/switching-system-specifications/hot-switching-relays>

Lledó P. (2013). *Administración de proyectos: El ABC para un Director de Proyectos exitoso*. (Tercera Edición). Victoria, BC, Canadá

Losantos, M. (2011). *Fuentes de información: tipos y características*. Barcelona: Collegi Oficial de Bibliotecaris-Documentalistes de Catalunya.

Olivo Díaz A, (2013). *Plantilla para EDT (WBS): Basada en PMBoK (Quinta Edición)* (Spanish Edition) Kindle Edition.

Olvera Padilla H, (2013). *El Director de Proyectos Práctico - Una receta para ejecutar proyectos exitosos and PMOs: Project Management for Small Projects & PMOs* (Spanish Edition) Kindle Edition

Project Management Institute. (2013). *A guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBok Guide)* (Quinta. Edición). Pennsylvania, USA: PMI Publications.

R. D. Boettcher. (2012). *Arcing Failure of RoHS Compliant Electromagnetic Relays*, University of Maryland, College Park, Ann Arbor

Relay life tests with contact resistance measurement after each operation.

Obtenido el 7 de abril del 2018 de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/76518/>

8 ANEXOS

Anexo 1: Acta del PFG

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha	Nombre de Proyecto
Junio 2018	Propuesta para una herramienta automática de pruebas de relés utilizados por la empresa Teradyne de Costa Rica
Areas de conocimiento / procesos:	Area de aplicación (Sector / Actividad):
Areas involucradas: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Comunicaciones, Adquisiciones, Interesados. Procesos involucrados: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, Cierre	Sector: Ingeniería en Electrónica Actividad: Diseño, Implementación, Validación, Mejora Continua, Reparación
Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
Junio 2018.	Marzo 2019.
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general Elaborar un Plan de Gestión para el Desarrollo e Implementación del Proceso de Revisión Automática de los relés electromecánicos.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el plan de gestión del alcance para definir y controlar las inclusiones del proyecto. 2. Definir el plan de gestión del cronograma para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto. 3. Desarrollar un plan de gestión de costos para estimar y controlar el presupuesto del proyecto. 4. Desarrollar un plan de gestión de comunicaciones para la recopilación de la información del proyecto hacia los involucrados 5. Definir el plan de adquisición de insumos, bienes y servicios del proyecto para identificar la entrada de activos y servicios requeridos para el proyecto 6. Definir un plan de gestión de interesados para conocer y evaluar las expectativas de los involucrados del proyecto. 	
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)	
<p>Teradyne de Costa Rica abrió sus puertas en el año 2000 con tan sólo ocho personas. Dicha empresa se ubica en la Zona Franca América en el cantón de San Francisco de Heredia</p> <p>Con el pasar de los años y la aparición de nuevas tecnologías en el mercado la empresa ha tenido un gran crecimiento y actualmente hay alrededor de 280 personas laborando</p> <p>A través de los años la empresa se ha adentrado en nuevas áreas, y en la actualidad la empresa se centra principalmente en la validación y pruebas en el área de semiconductores donde se incluyen circuitos analógicos, radio frecuencia, compuertas lógicas, potencia y señales mixtas, dispositivos de almacenamiento de información</p> <p>Todas estas áreas forman parte de los bloques funcionales esenciales para el funcionamiento de todos los equipos en general, por lo que podría decirse que casi todos los dispositivos que se utilizan hoy en día han atravesado por algún producto de Teradyne (telefonía celular, tablets, dispositivos de memoria, etc). De aquí la necesidad de crear una herramienta y un proceso automatizado que permita analizar y verificar la funcionalidad de los productos y asegurar la confiabilidad de los mismos.</p>	

Entre los beneficios del proyecto encontramos: satisfacción del cliente, menor tiempo de prueba y automatización de los procesos de elaboración del producto y servicio final

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

El producto o entregable final que generará este proyecto será la elaboración de un plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión de los relés que contienen los productos de la empresa Teradyne de Costa Rica

Los entregables (por area de conocimiento) relacionados con los objetivos del proyecto serán:

1. Definición del alcance del Proyecto
2. Cronograma del Proyecto
3. Plan de presupuesto del Proyecto
4. Plan de comunicaciones del Proyecto hacia los involucrados
5. Lista de insumos, bienes y servicios del proyecto
6. Expectativas de los involucrados del Proyecto

Supuestos

- La alta gerencia y los encargados de cada departamento estarán dispuestos a brindar la información necesaria para la elaboración del plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de relés en la empresa Teradyne de Costa Rica
- Se contará con los recursos humanos y el presupuesto para para la elaboración del plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de relés en la empresa Teradyne de Costa Rica.
- La alta gerencia y los encargados del Departamento de Ingeniería estarán dispuestos a variar su proceso actual de trabajo para contribuir con la elaboración del plan de gestión para el desarrollo e implementación del proyecto de revisión automática de relés en la empresa Teradyne de Costa Rica.

Restricciones

- El proyecto abarcará únicamente la elaboración de un plan de gestión para el desarrollo e implementación del proceso de revisión automática de los relés electromecánicos utilizados por Teradyne de Costa Rica y un plan de implementación de dicha propuesta, más no así de la ejecución y control de la ejecución de la propuesta
- El plan de gestión para el proceso de revisión automática de los relés se llevará a cabo bajo la disponibilidad de las personas requeridas de los diferentes departamentos y sus respectivos horarios de trabajo y responsabilidades diarias.
- El tiempo total del desarrollo del proyecto está pactado para cinco meses, en el cual se trabajará un tercio de la jornada laboral semanal.
- Eventual resistencia al cambio para implementar la propuesta del diseño y cambios en los procesos para Teradyne de Costa Rica.

Identificación riesgos

Si el diagnóstico y la recopilación de la información que se adquiere no son adecuados, podría afectar el estudio de la situación actual y retrasar el proyecto por datos erróneos

Si los interesados piden cambios más allá de la planificación, se afectaría el plazo, el costo y posiblemente el alcance del proyecto.

Si el plan y el cronograma del PFG no se cumplen, se verían afectados el plazo de entrega del documento.

Si hay un cambio a nivel organizacional, podría afectar los entregables y el objetivo final del presente proyecto.

Presupuesto

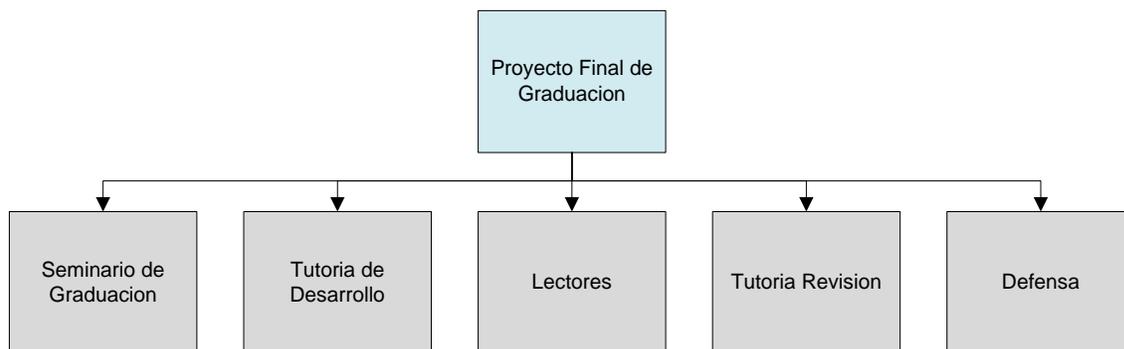
El presupuesto inicial para el proyecto es:

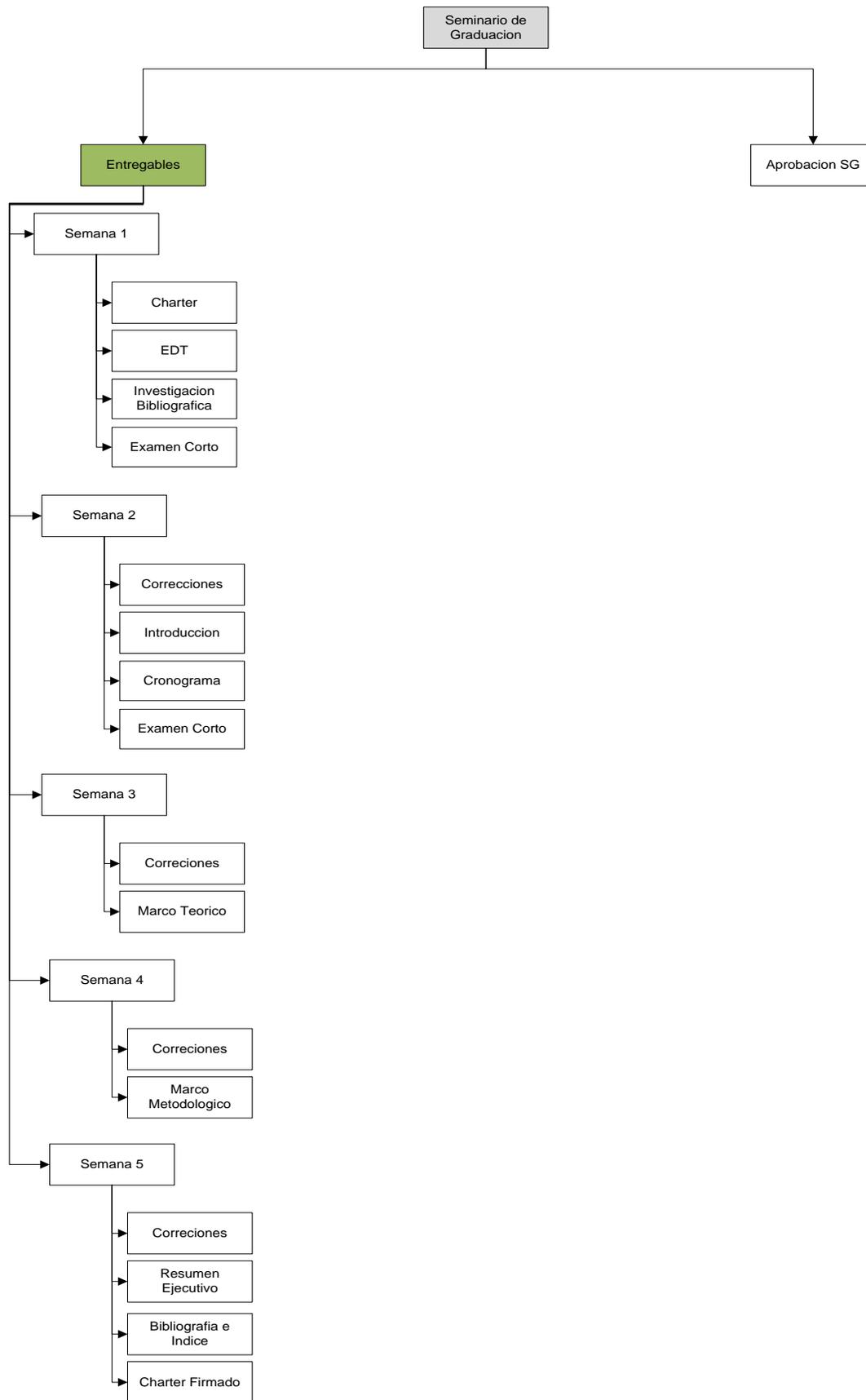
1. Recurso Humano (asesorías, servicios profesionales, mano de obra): \$11.000
2. Materiales e instrumentación: \$13.000
3. Servicios Basicos (electricidad, agua, internet): \$1.000

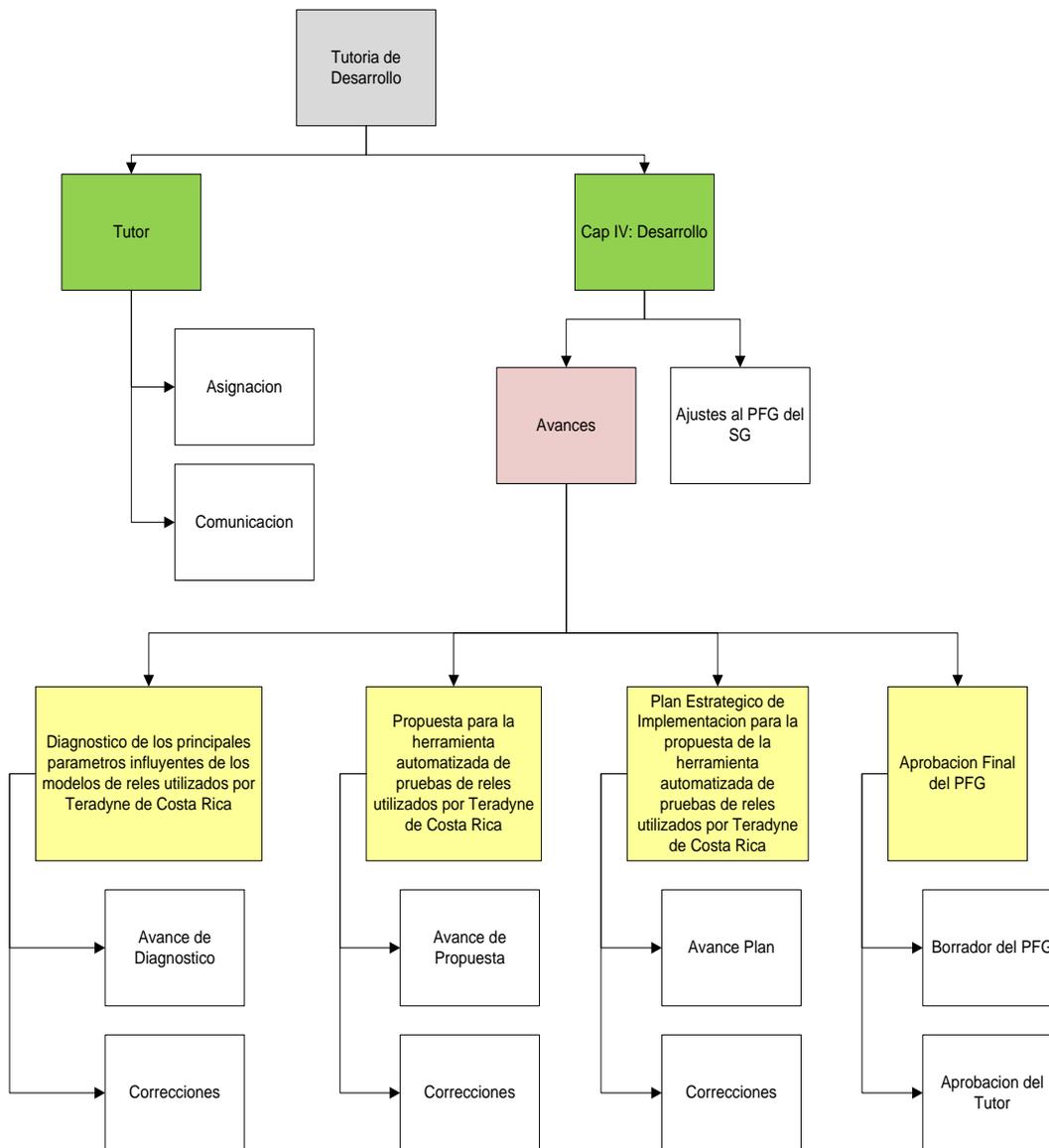
Total \$25.000

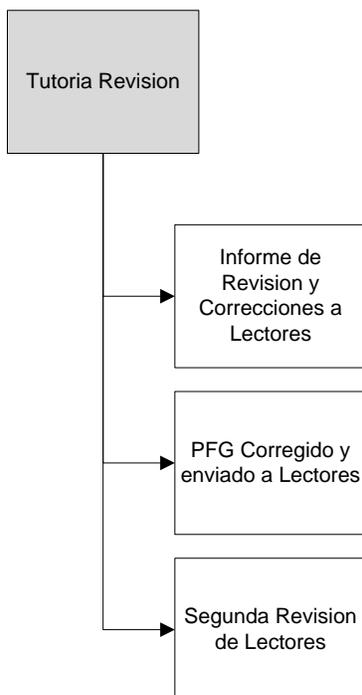
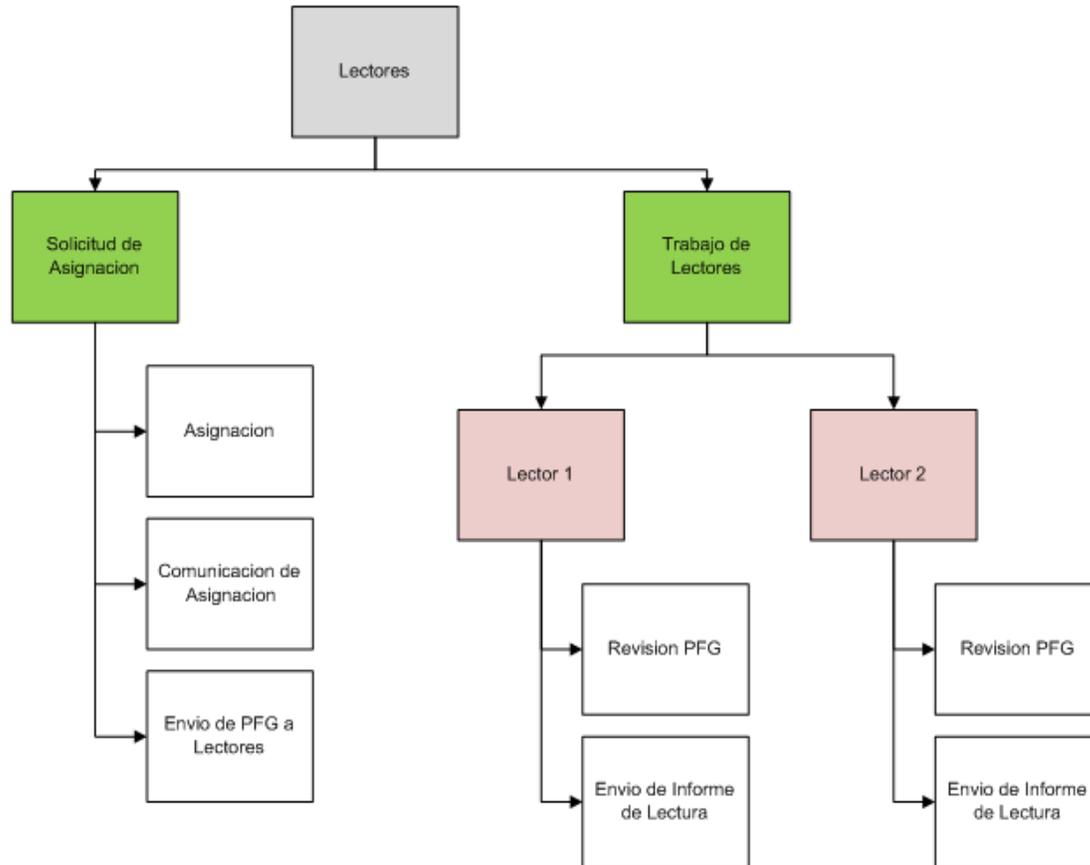
Principales hitos y fechas		
Nombre Hito	Fecha Inicio	Fecha Final
Aprobación del Plan de Gestión del Alcance	4 de Junio del 2018	15 de Junio del 2018
Aprobación del Plan de Gestión del Tiempo	18 de Junio del 2018	29 de Junio del 2018
Aprobación del Plan de Gestión de Costos	02 de Julio del 2018	13 de Julio del 2018
Aprobación del Plan de Gestión de Comunicaciones	16 de Julio del 2018	27 de Julio del 2018
Aprobación del Plan de Gestión de Adquisiciones	30 de Julio del 2018	10 de Agosto del 2018
Aprobación del Plan de Gestión de los Interesados	13 de Agosto de 2018	24 de Agosto del 2018

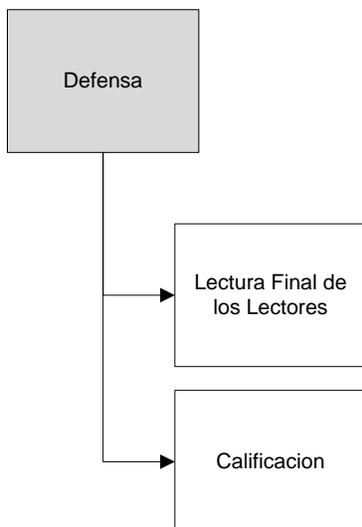
Información histórica relevante	
<p>La empresa Teradyne Corp se dedica al diseño y desarrollo de equipos automatizados de prueba para comprobar el correcto funcionamiento de dispositivos, aparatos electrónicos y equipo eléctrico de diversa índole; con el fin de brindarle al cliente un diagnóstico de la calidad y con el propósito final de corregir o reparar dichas fallas en sus sistemas o dispositivos</p>	
Identificación de grupos de interés (involucrados)	
<p>Cliente(s) directo(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Alta Gerencia de Teradyne de Costa Rica Supervisores de los diferentes departamentos de producción de Teradyne de Costa Rica Ingeniería de Teradyne de Costa Rica Director del Proyecto <p>Cliente(s) indirecto(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Clientes externos de Teradyne de Costa Rica (consumidores) Suplidores 	
<p>Director de proyecto: Carlos Díaz Porras</p>	<p>Firma: </p>
<p>Autorización de:</p>	<p>Firma:</p>

Anexo 2: EDT del PFG









Anexo 3. Cronograma del PFG

		Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		<input type="checkbox"/> Herramienta Automatica de Prueba de Reles	129 days	Mon 10/1/18	Thu 3/28/19	
2		<input type="checkbox"/> Analizar el proceso Actual	46 days	Mon 10/1/18	Mon 12/3/18	
3		<input type="checkbox"/> Entrevistar Usuarios	21 days	Mon 10/1/18	Mon 10/29/18	
4		Reuniones con cada involucrado	10 days	Mon 10/1/18	Fri 10/12/18	
5		Entrevistas con cada involucrado	10 days	Mon 10/15/18	Fri 10/26/18	4
6		Conclusiones	1 day	Mon 10/29/18	Mon 10/29/18	4,5
7		<input type="checkbox"/> Definir Requerimientos	21 days	Mon 11/5/18	Mon 12/3/18	3
8		Revisión de Proyectos Similares	5 days	Mon 11/5/18	Fri 11/9/18	6
9		Recopilación de Información	5 days	Mon 11/12/18	Fri 11/16/18	8
10		Revisión de Información Técnica	5 days	Mon 11/19/18	Fri 11/23/18	9
11		Diagnóstico de la Situación Actual	6 days	Mon 11/26/18	Mon 12/3/18	8,9,10
12		<input type="checkbox"/> Diseñar la Herramienta	42 days	Tue 12/4/18	Wed 1/30/19	2
13		<input type="checkbox"/> Analizar Interfaces de Software	21 days	Tue 12/4/18	Tue 1/1/19	
14		Análisis del Software Actual	7 days	Tue 12/4/18	Wed 12/12/18	11
15		Análisis de Conexiones de Interfaz	7 days	Thu 12/13/18	Fri 12/21/18	14
16		Benchmarking y selección de Software	7 days	Mon 12/24/18	Tue 1/1/19	14,15
17		<input type="checkbox"/> Analizar Interfaces de Hardware	21 days	Wed 1/2/19	Wed 1/30/19	
18		Análisis del Hardware Actual	7 days	Wed 1/2/19	Thu 1/10/19	11
19		Análisis de Conexiones de Interfaz	7 days	Fri 1/11/19	Mon 1/21/19	18
20		Benchmarking y selección de Hardware	7 days	Tue 1/22/19	Wed 1/30/19	18,19
21		<input type="checkbox"/> Implementar la Herramienta	30 days	Thu 1/31/19	Wed 3/13/19	12
22		<input type="checkbox"/> Verificar el Software	15 days	Thu 1/31/19	Wed 2/20/19	
23		Instalar Software con la licencia requerida	10 days	Thu 1/31/19	Wed 2/13/19	16
24		Correr Demo	5 days	Thu 2/14/19	Wed 2/20/19	23
25		<input type="checkbox"/> Verificar el Hardware	15 days	Thu 2/21/19	Wed 3/13/19	
26		Instalar Hardware seleccionado	2 days	Thu 2/21/19	Fri 2/22/19	20
27		Correr Demo	3 days	Mon 2/25/19	Wed 2/27/19	26
28		Comprobar conexiones e interfaz de datos	5 days	Thu 2/28/19	Wed 3/6/19	27
29		Pruebas con reles físicos	5 days	Thu 3/7/19	Wed 3/13/19	28
30		<input type="checkbox"/> Correr Pruebas	10 days	Thu 3/14/19	Wed 3/27/19	21
31		<input type="checkbox"/> Verificar el Intercambio de Datos	10 days	Thu 3/14/19	Wed 3/27/19	
32		Verificar Interfaces de conexión	2 days	Thu 3/14/19	Fri 3/15/19	23,26
33		Análisis de datos obtenidos	3 days	Mon 3/18/19	Wed 3/20/19	32
34		Comparación de datos obtenidos con datos prácticos	5 days	Thu 3/21/19	Wed 3/27/19	33
35		<input type="checkbox"/> Documentación	1 day	Thu 3/28/19	Thu 3/28/19	
36		Documentar el Proyecto	1 day	Thu 3/28/19	Thu 3/28/19	2,12,21,30