

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Manual de procedimiento para la gestión de
proyectos en desarrollo tecnológico y propuesta de
equipamiento para la creación de prototipos en el
laboratorio ExperimentaLab**

Trabajo de graduación presentado por Carlos Eduardo González Rodas
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Electrónica

Guatemala,

2021

**Manual de procedimiento para la gestión de
proyectos en desarrollo tecnológico y propuesta de
equipamiento para la creación de prototipos en el
laboratorio ExperimentaLab**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Manual de procedimiento para la gestión de
proyectos en desarrollo tecnológico y propuesta de
equipamiento para la creación de prototipos en el
laboratorio ExperimentaLab**

Trabajo de graduación presentado por Carlos Eduardo González Rodas
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Electrónica

Guatemala,


2021


Vo.Bo.:

(f) *Renato Conedera, M.Sc.*
M.Sc. Renato Conedera

Tribunal Examinador:

(f) *Renato Conedera, M.Sc.*
M.Sc. Renato Conedera

(f) 
M.Sc. Carlos Esquit

(f) 
M.Sc. Álvaro Figueredo

Fecha de aprobación: Guatemala, 24 de junio de 2021.

Prefacio

Lo que conseguimos con demasiada facilidad nunca es objeto de gran estimación. Sólo lo que nos cuesta obtener otorga valor a las cosas.

Thomas Paine

Una de las cosas que aún recuerdo con mucha claridad fue la noche en la que me decidí por esta carrera y, como no, teniendo de ejemplo a mi padre quien es Ing. Electrónico de profesión y la persona a la que admiro. Sin embargo, nunca me imaginé lo retador que iban a ser estos años de estudio.

Agradezco principalmente a mis padres, **Carlos** y **Lizeth**, quienes siempre fueron un gran apoyo; a mi padre por ser el gran patrocinador de mi educación, a mi madre por cada madrugada y lonchera (perdida) que fue capaz de preparar. A mi **hermana** por ser quien recibía mi estrés cada vez que llegaba de la universidad y, después, cuando retornábamos de la universidad a casa. Pero sobre todo por ese amor y apoyo incondicional que siempre los ha caracterizado. También agradezco a mi **abuelito** por apoyarme económicamente en esta aventura, a mi **abuelita** por tenerme siempre abastecido de ropa, a mi **tío** y a mi **tía** por las pláticas y apoyo entregados. A Todos mis compañeros que fueron un apoyo académico y psicológico en los diversos cursos que llevamos. A mi amiga de siempre, **Anafer**, sin cuya ayuda no hubiera salido de muchos problemas. A mis compañeros y amigos físicos, que juntos descubríamos como ambas carreras se complementaban. A los compañeros del D-Hive con quienes nos poníamos a armar y a desarmar cosas. También a todas aquellas grandes amistades que tengo fuera de la universidad que, a pesar del poco tiempo disponible, siempre contamos los unos a los otros.

La UVG representó un mundo de oportunidades donde encontré grandes personas que me apoyaron y me enseñaron el camino para descubrir mi pasión por el campo de la electrónica y de la gestión de proyectos. **Jorge Mario** de CREA UVG, quien me ofreció mis primeras oportunidades de crecimiento; **Álvaro** de la OTT, y la OTT

en general, quien fue la persona que me abrió el camino para conocer cómo integrar mi carrera con los emprendimientos, los prototipos y la Gestión de Proyectos.

También un profundo agradecimiento a todos mis catedráticos a quienes recordaré por su entrega y dedicación por brindarnos sus conocimientos y la inspiración para continuar con la carrera. En especial a mi asesor, **Renato Conedera**, por mostrarme el mundo del desarrollo de productos y además por la paciencia y asesoría mientras este trabajo se estaba realizando.

Finalmente, quiero mencionar a la empresa que me dio grandes oportunidades de obtener experiencia y encontrar la pasión de mi vida, ExperimentaLab, de la cual surge este trabajo y que siempre estará en mis recuerdos.



Primer Logotipo de ExperimentaLab donde aprendí a integrar mi carrera con otras áreas del conocimiento

Prefacio	VI
Lista de figuras	IX
Resumen	XI
Abstract	1
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Justificación	5
4. Objetivos	7
4.1. Objetivo general	7
4.2. Objetivos específicos	7
5. Marco teórico	9
5.1. El prototipo como fase del desarrollo de productos	9
5.2. Procesos de desarrollo para productos	11
5.3. Tecnologías para el desarrollo de prototipos	12
5.3.1. Impresión 3D	12
5.3.2. Estereolitografía y Luz Selectiva (SLA)	12
5.3.3. Polimerización térmica de líquidos	13
5.3.4. Sinterización por Láser Selectiva (SLS)	13
5.3.5. Deposición de Material Fundido (FDM)	13
5.3.6. Inyección triple o Polyjet	13
5.3.7. Corte láser	13
5.3.8. Tecnología CNC	14
5.4. Proyectos en el marco del desarrollo tecnológico	14
5.5. PMI y Guía del PMBOK	15

5.6.	Algunas metodologías conocidas	16
5.6.1.	Ruta crítica	16
5.6.2.	Metodologías ágiles	17
5.6.3.	Metodología Scrum	19
6.	Plataforma para gestión de proyectos	25
6.1.	Selección de plataforma para la gestión de proyectos	25
6.1.1.	Notion	26
7.	Fases para la gestión de proyectos	27
7.1.	Fase de inicio	28
7.1.1.	Proceso 1: Acta de constitución del proyecto	28
7.1.2.	Proceso 2: Identificación y registro de participantes e interesados	28
7.1.3.	Proceso 3: Organigrama de proyecto	28
7.1.4.	Proceso 4: Definición del alcance de proyecto	29
7.2.	Fase de planificación	29
7.2.1.	Proceso 5: Cronograma y esquema general del proyecto	29
7.2.2.	Proceso 6: Realización de presupuesto de ejecución	30
7.2.3.	Proceso 7: Definición de plan de pagos	30
7.2.4.	Proceso 8: Presentación y aprobación de informe de fase de planificación	30
7.3.	Fase de ejecución	30
7.3.1.	Proceso 9: Informes de estado	31
7.3.2.	Proceso 10: Gestión de cambios	31
7.3.3.	Proceso 11: Gestión de costos	32
7.3.4.	Proceso 12: Gestión de avances	32
7.4.	Fase de finalización	32
7.4.1.	Proceso 13: Presentación de entregables	32
7.4.2.	Proceso 14: Cierre de proyecto	32
7.4.3.	Interacción entre los procesos de la metodología	33
8.	Equipo necesario para la creación de prototipos	35
9.	Diseño de un proceso de desarrollo de prototipos	37
10.	Conclusiones	41
11.	Recomendaciones	43
12.	Bibliografía	45
13.	Anexos	49
13.1.	Resumen de los procesos de Scrum	49
13.2.	Link a plantilla de portal de proyecto en Notion	50
13.3.	Manual de procedimiento para la gestión de proyectos	51

Lista de figuras

1.	Resumen del proceso de desarrollo de la empresa OCÉ de Canon, hasta el 2003 [5]	10
2.	Fases del proceso de desarrollo genérico [7]	11
3.	Diagrama de un proceso de un proyecto según [12]	14
4.	Ejemplo de un diagrama de actividades tomado de [18].	16
5.	Diagrama de actividades para un proyecto que muestra la ruta crítica A-H.	17
6.	Representación enérica del ciclo de vida de un proyecto [19]	18
7.	Flujo de Scrum para un "Sprint". Tomado de [23]	21
8.	Lista de precios y compración de características de Notion [32]	26
9.	Ciclo de vida genérico según el PMBOK [6]	27
10.	Flujograma de proceso para la gestión de proyectos en tecnología	33
11.	Diagrama de flujo de los procesos descritos en el proceso de desarrollo de productos para ExperimentaLab	39
12.	Resumen de procesos Scrum [23]	49

ExperimentaLab, es un laboratorio de investigación y desarrollo de productos cuyo objetivo es promover el desarrollo de prototipos en Guatemala. Especialmente, en el campo del desarrollo tecnológico. El prototipo es una parte indispensable en el campo del desarrollo tecnológico ya que nos permite comprobar el funcionamiento de un proyecto en su fase de diseño. Este debe requerir una aproximación sistemática para su desarrollo dentro del marco del método científico. En el desarrollo de productos tecnológicos, el prototipo se utiliza tanto para mostrar su funcionamiento, como la viabilidad de este. En un entorno de investigación y desarrollo, la fase de proceso de diseño implica aplicar los conocimientos adquiridos durante la fase de investigación. El diseño de estos prototipos debe ser viable, no solo para el diseñador, sino, para el usuario y el mercado que se tratar. Este trabajo pretende ser un manual de procedimiento, creado para realizar la gestión de determinados tipos de proyectos en el contexto del desarrollo tecnológico de Guatemala. La metodología, se realizará mediante el estudio y análisis de las distintas técnicas y estándares que se utilizan para la gestión de proyectos y, de esta forma, combinar ciertos aspectos de estas, para plantear un procedimiento eficiente que permita realizar la gestión de proyectos en desarrollo tecnológico. Esto, basado en situaciones hipotéticas y reales que se han observado en el laboratorio. En el marco del laboratorio ExperimentaLab, la creciente demanda que se ha producido por proyectos que involucran directamente componentes electrónicos y mecánicos, nos lleva la intención de desarrollar este tipo de metodologías, junto a un proceso de desarrollo establecido que nos permita llevar el control de los procesos requeridos para la generación de este tipo de prototipos. También, nos lleva a explorar el tipo de maquinaria y equipo necesario para manufacturar el prototipo y las pruebas que deben realizarse para la validación de este.

CAPÍTULO 1

Introducción

Llevar a cabo un proyecto dentro de la academia no es lo mismo que realizar un proyecto dentro industria.

Christian W. Dawson
Projects in Computing and
Information Systems

ExperimentaLab, inició en 2018 como un laboratorio tipo “Makerspace” donde los colaboradores y clientes pudieran desarrollar prototipos para emprendimientos y talleres educativos con la misma temática. A raíz de esto, se fue tomando conciencia de la necesidad de implementar procesos que mejoraran la capacidad productiva de la empresa y de los proyectos que se llevan a cabo. Por lo tanto, se empezó a explorar con distintas metodologías de gestión de proyectos con el fin de brindar sinergia entre los clientes y la empresa misma. En este campo los proyectos surgen de manera natural ya que se buscaba la innovación tecnológica mediante el desarrollo de productos.

La gestión de proyectos puede definirse como el proceso de crear, organizar y ejecutar un plan para alcanzar con objetivos específicos [1] y esta surge de la aplicación por parte de líderes y Directores, de prácticas, principios, procesos, herramientas y técnicas de dirección de proyectos en su trabajo [2]. Estas actividades clave brindaron un primer acercamiento a la gestión de proyectos. A mediados del siglo XX, los directores de proyectos iniciaron la tarea de buscar el reconocimiento de la dirección de proyectos como profesión [2], esto llegó a la difícil tarea de crear una guía que presentaba las mejores prácticas acerca de la dirección de proyectos. Esta guía, proporciona lineamientos que ayudan a mejorar las probabilidades de éxito de un proyecto de cualquier naturaleza. Desde entonces, han surgido diversas metodologías que pretenden garantizar el éxito de los proyectos mediante prácticas establecidas y probadas por muchos profesionales.

Muchas metodologías se han adaptado a las nuevas tendencias sociales y empresariales. Además, las mismas han buscado adaptarse al contexto de cada empresa generando una serie de conceptos y experiencias que enriquecen este campo continuamente. Sin embargo, estas metodologías solo plantean los procesos para que el fin del proyecto pueda ser realizado. Un proyecto, según el PMBOK, es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único [2]

El presente trabajo surge por a necesidad de encontrar una metodología de gestión de proyectos que se adapte a las necesidades de la organización ExperimentaLab y, a la vez, cumpla con las normativas establecidas por las distintas entidades que regulan el estándar de la gestión de proyectos en el mundo. La propuesta planteada contiene componentes del "Project Management Body of Knowledge" junto con las metodologías de Ruta Crítica, SCRUM, Diagramas de Gantt, etc.

La metodología consta de cuatro fases con doce procesos que ayudarán a la correcta gestión de los diversos proyectos que se manejan en la organización. Además, incorpora elementos del desarrollo de productos mediante la creación de un proceso de desarrollo de productos basado en las seis fases genéricas del desarrollo de producto y cuáles son las tecnologías que se utilizan actualmente para la realización de prototipos.

Esta primera versión entrega un *Manual de procedimientos para la gestión de proyectos que utiliza la plataforma digital Notion* y que actúa como centro de información para la organización y sus clientes.

ExperimentaLab, inició en 2018 como un laboratorio tipo “Makerspace” donde los colaboradores y clientes pudieran desarrollar prototipos para emprendimientos y talleres educativos con la misma temática. Sin embargo, se encontró que otro de los ejes principales de la empresa es la capacidad de producir prototipos para cubrir distintos tipos de necesidades para la industria. Por esto, evolucionó a un laboratorio de investigación y desarrollo de productos cuyo objetivo es promover el desarrollo de prototipos en Guatemala. Se desarrollan distintos tipos de proyectos. Sin embargo, para la industria, la tecnología es un eje importante ya que permite la automatización de procesos, control de los parámetros de producción, etc.

Uno de los grandes inconvenientes por los que ExperimentaLab ha tenido que trabajar es la capacidad de planificar, desarrollar y documentar las actividades que se llevan a cabo para la creación de un prototipo tecnológico. Además, de poder controlar los procesos que se llevan a cabo con cada proyecto de desarrollo tecnológico que se trabaja.

Desde 2019, la Cámara de Industria de Guatemala y el Gremial de Tecnología e Innovación, presentan el Innovation & Technology Expo. Un evento que busca motivar a la industria a adoptar tecnologías superiores que aseguren el fortalecimiento de la industria nacional y de la competitividad del país [3]. Muchas veces, el tipo de tecnologías que se necesitan dentro del marco específico de una industria no existe en el mercado actual o bien, es una tecnología muy costosa que no cubre todas las necesidades que se requieren cumplir. Además, este tipo de eventos promueve el desarrollo mediante la generación de proyectos en tecnología y, muchas veces, los participantes no cuentan con el apoyo técnico o de infraestructura para llevar a cabo sus prototipos.

Según esta observación, en el marco de desarrollo tecnológico de Guatemala, ExperimentaLab busca aportar su infraestructura y apoyo técnico. Sin embargo, al ser un campo en desarrollo a nivel general, no se cuenta con un esquema que se adapte al contexto de desarrollo de tecnología en Guatemala donde, por lo general, se tiene

poco apoyo económico y técnico.

Para poder llevar a cabo proyectos, se necesita de una guía que establezca la manera de organizar, ejecutar y controlar los recursos de estos. Si bien, la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos establece un estándar de lo que, durante mucho tiempo, se ha considerado como buenas prácticas para la gestión de proyectos. Este estándar es aplicable a la mayoría de los proyectos, la mayoría de las veces **pmbok**. Esto, nos ayuda a aumentar la posibilidad de éxito de una amplia variedad de proyectos **pmbok**.

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único **pmbok**. La manera en la que estos se llevan a cabo depende de la naturaleza de este. Entre los componentes que hay que considerar están: el tiempo, el registro de los procesos que se llevan a cabo y el manejo de los recursos que se requieren.

Por la evolución de complejidad de los proyectos, se han necesitado adaptar estos estándares para cubrir las necesidades de la naturaleza de los distintos tipos de proyectos, han surgido distintas metodologías que se adaptan a ellos. Por ejemplo, metodologías como Agile, Waterfall, Scrum, PERT, Kanban, entre otros.

En el contexto de ExperimentaLab, se ha intentado cubrir las necesidades implementando una metodología de gestión que toma ciertas características importantes de múltiples metodologías para crear una propia que se adapte al tanto al contexto de la empresa, como en el contexto del desarrollo de tecnología en Guatemala.

El papel del prototipo dentro del marco industrial implica que se debe comprobar de manera tangible y visual el comportamiento del dispositivo para que, de esta manera, se puede asegurar su comportamiento y funcionamiento ante las diferentes pruebas que debe afrontar antes de pasar a proceso de producción. En el desarrollo de productos tecnológicos, el prototipo se utiliza tanto para mostrar su funcionamiento, como para mostrar la viabilidad de este. En un entorno de investigación y desarrollo, la fase de proceso de diseño implica aplicar los conocimientos adquiridos durante la fase de investigación. El diseño de estos prototipos debe ser viable, no solo para el diseñador, sino, para el usuario y el mercado a tratar. Uno de los objetivos del laboratorio, como empresa, es desarrollar prototipos que cubran las necesidades de distintos sectores de la industria y que genere impacto en el desarrollo del país. Naturalmente, uno de estos sectores es la automatización de procesos y creación de dispositivos que involucran toma de datos, generación de energía eléctrica y prototipos electromecánicos que no existen actualmente en el mercado nacional y que ataquen un problema en específico. Además, se ha observado una creciente necesidad de la industria y la sociedad por innovar en el marco de la tecnología en Guatemala. Tal como se observa en la ciudad de Salcajá en el departamento de Quetzaltenango, que busca crear el primer modelo de "Smart City.^{en} Guatemala [4]. Sin embargo, ExperimentaLab, no cuenta con la estructura organizacional para determinar la efectividad de los procesos de documentación y gestión de lo que se está realizando en cada proyecto. Además, se tiene poco conocimiento respecto al equipo necesario para la realización de prototipos en los diferentes proyectos. Además, las metodologías de gestión de proyectos que se utilizan actualmente no se acoplan a un modelo de desarrollo tecnológico en el que se necesita combatir especialmente con imprevistos, que generan atrasos significativos en los proyectos. Falta de recursos por parte del mercado nacional y las métricas necesarias para justificar gastos, atrasos, etc. En el marco de la ingeniería en electrónica, la contribución al desarrollo social y económico de Guatemala por medio de la tecnología se puede lograr a través de la creación de dispositivos que ayuden a mejorar la vida de las personas y al mismo tiempo generar un impacto socioeconómico en el

país; realizando prototipos validados para su producción. En este contexto, la diversidad de proyectos que se pueden realizar es tan amplia como las necesidades mismas del mercado. Para esto, se necesita un esquema general para la creación y gestión de proyectos en desarrollo tecnológico que puede incluir temas de electrónica basados en investigación y desarrollo de productos en el contexto del mercado guatemalteco.

4.1. Objetivo general

Realizar un manual de procedimientos que incluya una metodología de gestión y documentación de proyectos de tecnología a nivel prototipo, un proceso de desarrollo adaptado al contexto del desarrollo tecnológico de Guatemala y una propuesta de equipamiento para el laboratorio de desarrollo, ExperimentaLab.

4.2. Objetivos específicos

- Recopilar información acerca de diversas metodologías de gestión de proyectos y combinar sus aspectos más útiles para el desarrollo de tecnología.
- Realizar plantillas de documentación para el seguimiento de procesos según lo descubierto en la metodología de gestión de proyectos.
- Diseñar un proceso de desarrollo para generar prototipos en tecnología.
- Investigar y determinar cuál será el equipo necesario para la creación de prototipos.

5.1. El prototipo como fase del desarrollo de productos

El prototipo, en el marco de la ingeniería, se desarrolla para comprobar de manera tangible y visual el comportamiento del dispositivo para que, de esta manera, se pueda asegurar su comportamiento y funcionamiento. Sin embargo, en el marco de la investigación, el prototipo también nos permite encontrar parámetros que no se pueden obtener de manera teórica.

En el marco del desarrollo de productos y servicios, el prototipo figura como una de las fases del proceso de desarrollo de productos PDP. Echtelt [5], en un análisis de caso, identifica seis fases para el desarrollo de productos que utilizaba la empresa Océ de Canon. Estas fases son:

1. **Fase de viabilidad:** está relacionada con un estudio de viabilidad del producto. Esto determina si el producto puede ser tecnológico y comercialmente viable para la empresa. Además, determinan los potenciales riesgos y los recursos necesarios para su realización y comercialización. Por último, el consejo administrativo de Océ toma la decisión si se realiza el producto propuesto y se comienza el proyecto.
2. **Fase de procesos y concepto de desarrollo:** Comienza con el desarrollo de procesos y los conceptos del producto. Esto con el fin de construir un modelo que pueda realizarse en un laboratorio. En esta etapa, se eligen las principales opciones y conceptos tecnológicos que se utilizarán en el producto.
3. **Fase de ingeniería:** Aquí se transfiere el modelo de laboratorio a un prototipo de producción inicial. En esta etapa se ideará el diseño y la tecnología que se utilizará.

4. **Fase de producción:** Una vez la fase de ingeniería determina la funcionalidad del prototipo, se procede con esta fase implica que la manufactura del producto es responsabilidad de Océ [5]. Se aprueban proveedores para la fabricación y ensamble de las piezas necesarias y se comienzan los procesos de control de calidad.
5. **Fase de introducción al mercado:** Aquí se define cuál es el tiempo de comercialización y señala el inicio oficial del abastecimiento a los clientes [5].
6. **Fase de producción regular:** En esta etapa se realiza un seguimiento del producto y de los clientes para la detección de problemas. Estos problemas son resueltos “en el campo” [5]

Durante la ejecución de todo este proceso, las funciones de diferentes departamentos resultan involucradas en un ciclo de trabajo sinérgico en el que contribuyen e influyen activamente en el desarrollo de la investigación y ejecución del proyecto que se genera en la primera fase. En resumen, la Figura 1 nos muestra el proceso de desarrollo de productos llevado a cabo por Océ hasta el 2003.

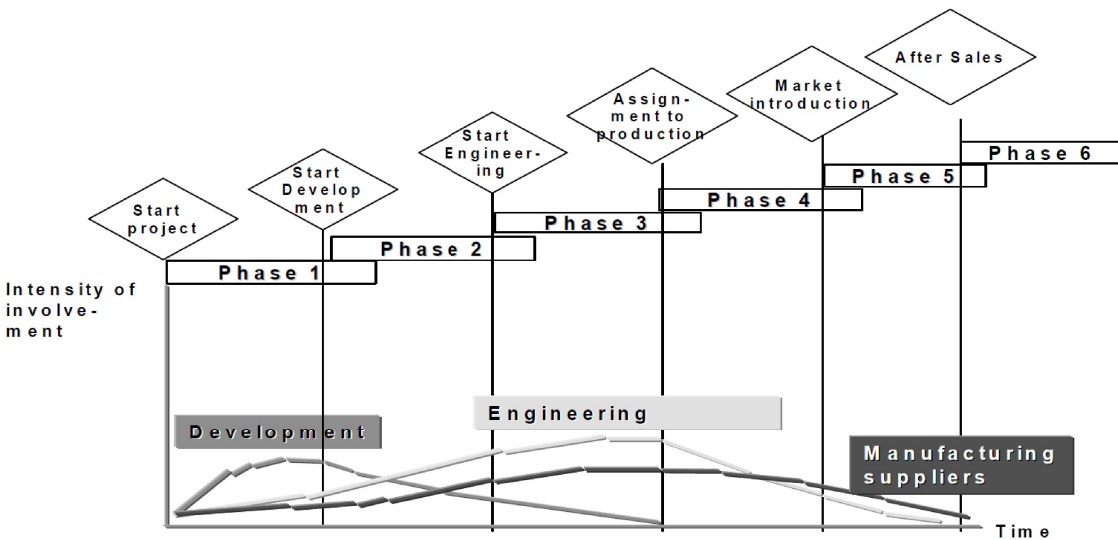


Figura 1: Resumen del proceso de desarrollo de la empresa OCÉ de Canon, hasta el 2003 [5]

En el análisis realizado por Echtelt de este proceso de desarrollo, podemos destacar la creación de un proyecto para llevar a cabo un fin específico. En este caso, el diseño y la creación de un nuevo producto para la empresa OCÉ de Canon.

Estas empresas necesitan de la infraestructura organizacional necesaria para que los proyectos planteados puedan ser realizados de la mejor manera posible. Las buenas prácticas para llevar a cabo la dirección y la gestión de proyectos está regulada por el Instituto de Gestión de Proyectos (PMI). El PMI desarrolla la *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (PMBOK). Esta guía nos dice que los proyectos se llevan a cabo en todos los niveles de una organización [6] e implica que una organización que tenga como objetivo la ejecución de un proyecto necesita del

correcto planteamiento de procesos de gestión, que permita tener la suficiente flexibilidad para desarrollar múltiples, pero determinados tipos de proyectos que generen valor a un mercado determinado.

5.2. Procesos de desarrollo para productos

Uno de los pilares importantes para una organización que se dedica al desarrollo de productos, debe tener un proceso de desarrollo adaptado a sus necesidades. Un proceso es una secuencia de pasos que transforma una serie de entradas a una serie de salidas [7]. En este caso, el desarrollo de productos involucra entradas como materia prima y produce como salida el producto terminado.

Un proceso de desarrollo de producto es la secuencia de pasos o actividades que emplea una empresa para concebir, diseñar y comercializar un producto [7]. Este proceso puede adaptarse a las necesidades comerciales y/o económicas de la empresa. Sin embargo, es importante que la organización tenga bien definido cuáles son las razones detrás de este proceso. Estas razones son [7]:

- Asegurar la calidad del producto
- Correcta coordinación de personal y equipos.
- Planeación
- Gestión de calidad
- Oportunidades de mejora.

El proceso de desarrollo de productos genérico tiene seis fases (Figura 2):

1. Planeación
2. Desarrollo del concepto
3. Diseño a nivel de sistema
4. Detalles del diseño
5. Pruebas y mejoras
6. Aceleración de la producción

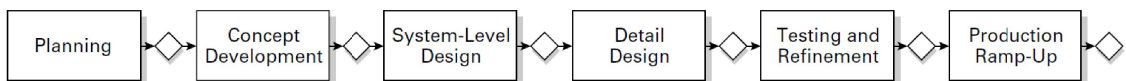


Figura 2: Fases del proceso de desarrollo genérico [7]

Puede observarse cierta similitud en el caso presentado en la sección 5.1 con el proceso de desarrollo de la compañía Océ de Canon que resume sus procesos en las seis fases mostradas en la Figura 1.

5.3. Tecnologías para el desarrollo de prototipos

En el marco del desarrollo de proyectos en tecnología, es común encontrar los prototipos como una manera tangible y visual el comportamiento del dispositivo. Sin embargo, como lo visto en la sección anterior este es parte del proceso de desarrollo de productos. Una de las técnicas más comunes para realizar prototipos de productos y dispositivos es el prototipado rápido.

El objetivo principal del prototipado rápido es obtener de manera rápida y más o menos exacta, una réplica tridimensional de los diseños que han sido generados mediante computadora [8] y, a su vez, da la posibilidad de efectuar, en un tiempo relativamente corto, diversas pruebas para determinar la efectividad o viabilidad de su funcionalidad. De esta manera, el tiempo de desarrollo de un producto puede reducirse drásticamente y da la posibilidad de efectuar algún tipo de cambio, que se requiera antes de desarrollar el producto final. Para la realización de estos existen diversas técnicas y tecnologías, que se pueden adaptar a las necesidades de casi cualquier tipo de prototipo que se requiera desarrollar. Entre estas tecnologías, las más famosas son:

5.3.1. Impresión 3D

La impresión 3D, es un tipo de herramienta que utiliza tecnología aditiva de material. Esto es, que realiza la fabricación mediante la superposición de distintos tipos de materiales en un diverso número de capas. Esta es la forma más común para fabricar prototipos [9]. Además, estas utilizan distintos tipos de metodologías y materiales.

5.3.2. Estereolitografía y Luz Selectiva (SLA)

Esta es una técnica de prototipado 3D para la fabricación de piezas utilizando como material resina fotosensible que se cura mediante luz ultravioleta [9].

El método de fabricación que utiliza es comenzar a fabricar en un tanque de resina la pieza utilizando un haz de luz ultravioleta que solidifica el material en el punto deseado. Este método de fabricación tiene la ventaja de ser de gran calidad con una precisión de alrededor de 100 micras por capa. Además, permite la utilización de materiales de alta resistencia, biocompatibles, entre otros.

5.3.3. Polimerización térmica de líquidos

Se trata de una técnica parecida a la anterior, solamente que el material utilizado, en vez de ser fotosensible, se solidifica mediante la aplicación de cierta temperatura. El principal inconveniente de esta técnica es la dificultad para controlar las contracciones térmicas causadas por los diferentes e inevitables cambios de temperatura [8].

5.3.4. Sinterización por Láser Selectiva (SLS)

Esta técnica de prototipado crea la pieza mediante la superposición de capas. Sin embargo, utiliza la fusión de polvos, mediante láser, como material. Estos polvos se fundirán creando un aglomerado muy resistente [8]. Los materiales disponibles vienen en grupos metálicos, plásticos, cerámicos o cristales.

5.3.5. Deposición de Material Fundido (FDM)

La tecnología FDM, es la más económica y utilizada [10] y consiste en la superposición de polímeros plásticos. Se utiliza un filamento de alimentación que se funde y se extruye a través de una boquilla que puede variar en dimensiones. Esta boquilla, puede moverse en los 3 ejes principales para formar la figura tridimensional.

5.3.6. Inyección triple o Polyjet

La inyección triple es una tecnología que permite la creación de objetos combinando diferentes materiales y colores a través de la combinación de la tecnología Inkjet y el uso de polímeros fotosensibles que se solidifican con luz ultravioleta. Esto permite la creación de geometrías complejas y una gran variedad de materiales como plásticos ABS, PLA y sus variaciones, materiales biocompatibles, materiales de alta resistencia, etc [11]

5.3.7. Corte láser

Es una de las técnicas más versátiles [9]. Esta consiste en utilizar un láser de considerable potencia para cortar diversos tipos de materiales. Utilizando esta técnica se reduce el coste considerablemente [9]. Sin embargo, esta está limitada a los materiales y las geometrías que es capaz de realizar.

5.3.8. Tecnología CNC

La tecnología CNC es un tipo de tecnología sustractiva. Es decir, esta elimina material de un bloque inicialmente hasta que se logra obtener la pieza diseñada. Esta tecnología tiene la ventaja que puede manejar materiales como el metal y la madera.

5.4. Proyectos en el marco del desarrollo tecnológico

El PMBOK establece que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único [6]. El término temporal, se refiere a que un proyecto se lleva a cabo en un periodo de tiempo establecido y se compone de una serie de eventos específicos. La Figura 3, indica cómo un proyecto lleva una trayectoria específica que nos lleva de una situación existente a una situación deseada [12].

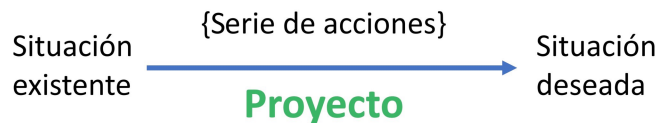


Figura 3: Diagrama de un proceso de un proyecto según [12]

Los proyectos se llevan a cabo para cumplir con una cantidad establecida de objetivos mediante la producción de entregables [6]. Estos entregables quedan determinados en el contexto de la naturaleza del proyecto a tratar. En el contexto de la ingeniería, este entregable puede ser de naturaleza tangible mediante el desarrollo de un dispositivo, o intangible como un nuevo método o proceso. En ingeniería en electrónica, por lo general, el entregable se entiende como un dispositivo electrónico funcional que debe cumplir con las características establecidas en el diseño del proyecto.

El desarrollo tecnológico depende de la creación de diversos tipos de proyectos que promuevan la creación o la implementación de nuevas tecnologías. Sin embargo, la industria requiere que este desarrollo implique un factor de ganancia para la misma. Los proyectos hacen posible la creación de *valor del negocio*. El PMI define el valor del negocio como el beneficio cuantificable neto que se deriva de una iniciativa de negocio [6]. Nuevamente, el valor del negocio puede ser generado con los entregables descritos anteriormente con las distintas componentes que implica un PDP.

Echtelt [5], describe que OCÉ, al dedicarse a la industria de las impresoras y fotocopiadoras, se caracteriza por el desarrollo de productos de alta complejidad. Esto implica que están sujetos a los cambios tecnológicos que permitan la innovación de sus productos para que los mismos experimenten continuas mejoras técnicas y la introducción de nuevas características.

Este tipo de empresas se centra en la venta de productos orientados a un nicho de mercado específico. Sin embargo, una de las partes más importantes es la capacidad de desarrollar proyectos para la mejora continua y conservar su competitividad en la economía local. Esto se puede lograr teniendo un sistema de gestión adecuado que les permita aumentar la productividad ante el reto de desarrollar tecnologías emergentes, o bien, innovar las existentes para que, de esta forma, logren captar la atención del mercado y poder mantener o aumentar sus ventas.

Una de las fases por las que tiene que pasar un proyecto de desarrollo tecnológico es la fase de investigación. En esta fase, no solo se busca la validación económica y de mercado, como se describió anteriormente, sino la validación técnica y la forma en la que se logrará llegar a los objetivos establecidos.

El proceso de investigación es toda actividad de investigación que nos lleve a una contribución al conocimiento y la comprensión [13]. Este es, quizá, el pilar que sostiene el proyecto en sí, ya que nos permite realizar hipótesis y teorías que permitan la mejora de los diseños de la tecnología que se desea desarrollar.

La complejidad de cada tipo de proyecto puede determinarse por su naturaleza. Es decir, depende de lo que se intenta producir con el mismo. La naturaleza de un proyecto puede ser social, económica, material o ambiental [página 5]. Dado a la amplia gama en los que se puede definir la naturaleza de un proyecto, el Instituto de Gestión de Proyectos (PMI), estableció un estándar que define las buenas prácticas para la gestión de proyectos. Estas normas permiten manejar de una manera profesional y objetiva para asegurar lo mejor posible el resultado deseado.

5.5. PMI y Guía del PMBOK

El *Project Management Institute*, PMI, es una organización sin fines de lucro fundada por James R. Snyder, J. Gordon Daby y Eric Jenett en 1969. Esta organización se encarga de asociar a profesionales relacionados con la gestión de proyectos formulando estándares profesionales, generando conocimiento a través de la investigación y promoviendo la gestión de proyectos como profesión a través de sus programas de certificación [14].

Debido a que cada proyecto requiere un proceso único para su planificación y ejecución, un conjunto de autores desarrolló y publicó, en agosto de 1986, una edición especial del *Project Management Journal* [15]. En esta publicación se presentó un reporte especial acerca del desarrollo de proyectos. Este puede considerarse como el primer desarrollo para la guía de la gestión de proyectos, PMBOK, que ofrece un panorama de lo que se considera las buenas prácticas y los conocimientos que son aplicables a la mayoría de los proyectos, la mayoría de las veces [6].

El PMBOK, es una guía de normas ANSI que establecen una serie de lo que se considera “buenas prácticas” para gestionar proyectos de distinta naturaleza. Dado a que la naturaleza de un proyecto puede determinar el proceso para la planificación

y ejecución de estos, este estándar se basa principalmente en prácticas descriptivas, no prescriptivas. Esto nos permite analizar cuidadosamente cada proyecto. Sin embargo, siempre será necesario tener un esquema general de lo que se debe realizar en situaciones determinadas en determinados tipos de proyectos.

5.6. Algunas metodologías conocidas

5.6.1. Ruta crítica

El *método de la ruta crítica*, CPM, se comenzó a utilizar a mediados de 1950 y ofrece un enfoque especializado en determinar las diversas actividades involucradas en un proyecto específico de principio a fin. Así como el tiempo previsto para completar cada una de dichas actividades [16].

La metodología de ruta crítica es la secuencia de actividades que representa el camino más largo a través de un proyecto, lo cual determina la mínima duración posible del mismo y el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del modelo de planificación [17].

En 1991, el hospital general Mount Clemens comenzó a investigar acerca del método de ruta crítica como una herramienta para realizar el control de calidad en sus áreas clínicas [16].

El Método determina la ruta más larga en la planificación del proyecto [18]. Esta ruta determina las actividades secuenciales que deben ser ejecutadas en el tiempo establecido para que el proyecto no sufra de retrasos. Cualquier otra actividad que no esté contenida en la ruta crítica puede aplazarse, hasta cierto límite, sin afectar la fecha de entrega del proyecto.

Este método implica realizar un diagrama de actividades, como se muestra en la Figura 5. Este puede ser utilizado para identificar cuál es la ruta crítica del proyecto. Las actividades de un proyecto pueden ser dependientes o independientes unas de otras.

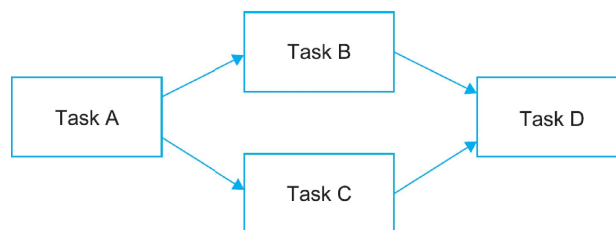


Figura 4: Ejemplo de un diagrama de actividades tomado de [18].

El diagrama de actividades de la Figura 6, nos muestra como aquellas actividades

denominadas *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* y *H* forman parte de la ruta crítica del proyecto. Así mismo, podemos observar que hay actividades que pueden ejecutarse en paralelo. Sin embargo, estas actividades pueden tener un periodo de retraso determinado ya, finalmente, deben encontrarse con la ruta crítica. Si dichas actividades se retrasan demasiado, entonces el proyecto sufrirá de un retraso proporcional al atraso de estas.

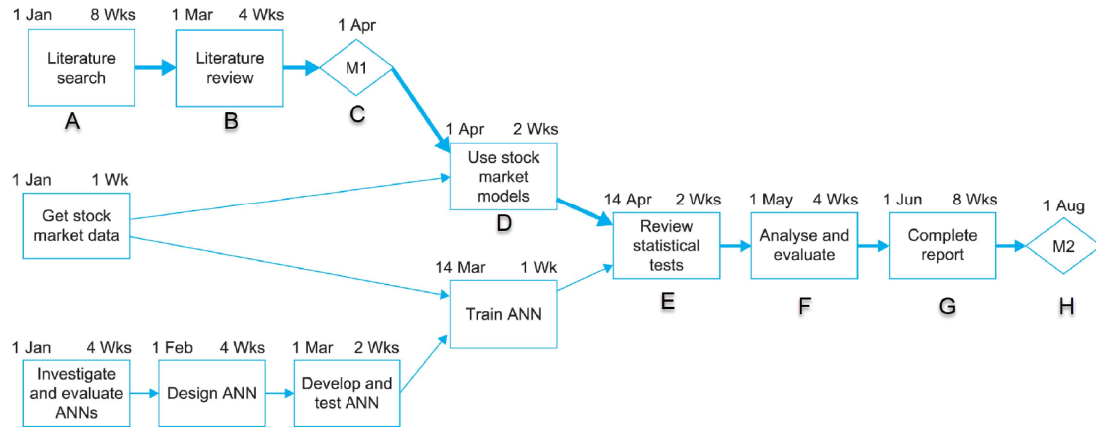


Figura 5: Diagrama de actividades para un proyecto que muestra la ruta crítica A-H adaptado de [18].

Entonces, la ruta crítica nos da una idea de aquellas actividades en las que nos debemos concentrar para no aplazar la entrega de un proyecto. Además, cabe destacar que, si las actividades contenidas en la ruta crítica se completan antes del tiempo establecido, entonces la fecha de entrega del proyecto se acortaría. Además, permite tener el control de las tareas que son prioridad para el proyecto.

5.6.2. Metodologías ágiles

El PMBOK [19] menciona que el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa el mismo desde su inicio hasta su conclusión. Estas están compuestas por las distintas actividades y procesos que se llevan a cabo para la generación de entregables.

El ciclo de vida de los proyectos es una de las problemáticas más fuertes en el campo de desarrollo de proyectos, ya que esta puede verse afectado por distintos factores. Estos factores alteran el ciclo de vida atrasando o, en el mejor de los casos, adelantando las fechas de finalización de cada fase y, por ende, la finalización del proyecto. Los factores de riesgo pueden incluir factores propios de las organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza del propio proyecto y su área de aplicación [19].

Existen dos tipos de ciclo de vida de un proyecto. El primero es el ciclo de vida predictivo que nos dice que el alcance, el tiempo y el costo de un proyecto, se determinan en las fases tempranas del ciclo de vida y pueden denominarse ciclos de vida

en cascada [6]. El segundo, el ciclo de vida adaptativo, nos dice que son ciclos de vida ágiles, iterativos o incrementales y el alcance detallado se define y aprueba antes del comienzo de una iteración [6].

Por otra parte, también podemos tener un ciclo de vida híbrido que es una combinación de un ciclo de vida predictivo y adaptativo. En este tipo de ciclo de vida, aquellos elementos del proyecto que son conocidos o tienen requisitos fijos, siguen un ciclo de vida predictivo y aquellos elementos que se encuentran en evolución siguen un ciclo adaptativo [6].

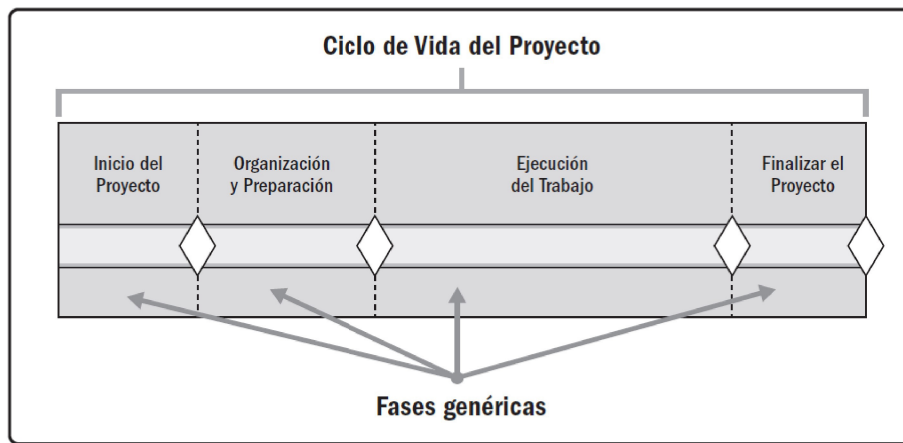


Figura 6: Representación enérica del ciclo de vida de un proyecto [19]

Las metodologías ágiles surgen ante el aumento de la complejidad de los proyectos. Estos cambios están marcados por las nuevas demandas de mercado, nuevas necesidades de la industria, o las peticiones mismas del cliente y ha llevado a que los proyectos de alta complejidad se lleven a cabo con los procesos de un ciclo de vida adaptativo o híbrido. El término *metodología ágil* fue adoptado en 2001 por un grupo de eminentes ingenieros de software en Utah, EE. UU.[20] y se refiere a un enfoque para el desarrollo de proyectos de software, mediante iteraciones, o “lanzamientos cortos” de los entregables determinados en la etapa inicial de un proyecto.

Los métodos ágiles se adaptan de mejor manera a los proyectos que requieren cambios rápidos y repentinos en los requerimientos de este [20]. Además, promueve un enfoque principal en el cliente y sus requerimientos, asegurando una correcta comunicación y satisfacción con el mismo.

Ciertos principios para los métodos ágiles fueron establecidos por el manifiesto Ágil en 2001. Este hace hincapié en “la colaboración del cliente en lugar de la negociación del contrato” [21]. asegurando, de esta manera, que los entregables se produzcan para proporcionar el mayor valor posible para el cliente.

5.6.3. Metodología Scrum

La creciente evolución de la tecnología ha llevado al surgimiento de un mercado exigente donde la oferta de productos y servicios se deben desarrollar de la manera más ágil posible. En el ámbito de lo proyectos, *los requerimientos solicitados pueden ser poco claros o desconocidos* [22] en las etapas iniciales de su ciclo de vida.

Ken Schwaber y Jeff Sutherland desarrollaron el concepto Scrum y su aplicabilidad al desarrollo de software durante una presentación en la Conferencia internacional sobre programación, lenguajes y aplicaciones orientadas a objetos en 1995 en Austin, Texas [23]. Sutherland, aplicó los principios de esta metodología en Easel Corporation en 1993 en un proceso para el desarrollo de software.

Esta prueba se realizó debido a un análisis en el que Easel Corporation gestionaba sus proyectos mediante diagramas de Gantt y un ciclo de vida secuencial. Sin embargo, ningún plan de gestión les brindaba la funcionalidad adecuada alterando los tiempos de entrega y afectando la estabilidad financiera de la empresa [24].

El SBOK ha sido desarrollado como un medio a fin de crear una guía necesaria para las organizaciones y profesionales en gestión de proyectos que deseen implementar Scrum, para la realización de proyectos [23].

Scrum, ofrece un marco de trabajo que maneja los proyectos con un ciclo de vida adaptativo que ofrece la flexibilidad de trabajar mediante iteraciones de manera rápida, flexible y eficaz. Además, garantiza la transparencia en la comunicación entre los implicados, gracias a que uno de sus objetivos es centrarse en los requerimientos del cliente. La metodología está estructurada de tal manera que es compatible con los productos y el desarrollo de servicios en todo tipo de industrias, y es aplicable a cualquier tipo de proyectos independientemente de su complejidad [23].

Además, uno de los puntos fuertes de la metodología, radica en el uso de equipos interfuncionales, auto-organizados y empoderados que dividen su trabajo en ciclos de trabajo cortos y concentrados llamados "Sprints" [23]. Un "Sprint" sucede en un periodo de tiempo en el que el equipo trabaja en el proyecto con el objetivo de generar pequeños entregables, identificando problemas y sus posibles soluciones.

Otra de las características principales de la metodología Scrum es que organiza la gestión de un proyecto mediante la asignación de roles. Los tres roles centrales de la metodología son:

1. **Product Owner:** Quien es la persona responsable de lograr el máximo valor empresarial para el proyecto, comprender y transmitir los requisitos del cliente al equipo. Dentro del marco de trabajo de Scrum, este rol, representa la voz del cliente.
2. **Scrum Master:** es quien actúa como el facilitador para que el equipo Scrum tenga un ambiente propicio para completar el proyecto con éxito. Además, es el

encargado de eliminar los impedimentos a los que se puede enfrentar el equipo Scrum.

3. **Equipo Scrum:** son los encargados de la comprensión de los requisitos especificados por el Product Owner y de la creación de los entregables del proyecto.

Ciclo de vida de un proyecto Scrum

El ciclo de vida de un proyecto Scrum nos brinda un marco de trabajo centrado en el cliente a través del Product Owner, quienes establecen los objetivos y los entregables que se deben realizar. La metodología establece 5 fases que tienen un total de 19 procesos. Estos procesos abordan las actividades y el flujo específico del proyecto [23].

Fase de inicio

- **Proceso 1: Creación de la visión de un proyecto**

En este proceso de la etapa de inicio, se revisa el caso de negocio del proyecto a fin de crear una declaración de la visión del proyecto [25]. Este proceso involucra a los interesados del proyecto, que comprenden los beneficios que este brinda a todas las partes y se determina quién será el Scrum Master.

- **Proceso 2: Identificación el Scrum Master y los socios.**

En este proceso, se identifica al Scrum Master y a los socios utilizando criterios de selección específicos [25].

- **Proceso 3: Formación de un equipo Scrum**

Una vez completados los procesos anteriores, se procede a determinar quiénes formarán parte del equipo Scrum. Normalmente, el Product Owner es el responsable principal de la selección de los miembros del equipo, pero a menudo lo hace en colaboración con el Scrum Master [25].

- **Proceso 4: Desarrollo de épicas**

Una épica es una descripción general de lo que el cliente requiere en términos del producto o servicio que desea realizar. Para esto, se utiliza la declaración de la visión del proyecto como la base para el desarrollo de las épicas [25].

- **Proceso 5: Creación de la lista priorizada de pendientes del producto**

En este proceso el cliente decide qué es lo primero que se va a realizar. Las épicas son refinadas, detalladas, y luego priorizadas para crear una lista priorizada de pendientes de los entregables del proyecto [25].

- **Proceso 6: Realizar el plan de lanzamiento**

Este es el último proceso de la etapa de inicio. En esta etapa, el Equipo principal de Scrum compuesto por el Product Owner, el Scrum Master y el Equipo Scrum,

presentan un cronograma que representa la misión general del proyecto. Este forma parte de un programa de implementación por fases que se puede compartir con los socios del proyecto [25].

Este cronograma determina la duración y los entregables en cada "Sprint", de manera que el cliente puede cambiar las prioridades luego de este. El SBOK, recomienda mantener el sprint en bloques de tiempo de 4 semanas, a menos que existan proyectos con requisitos muy estables, donde los sprints puedan extenderse hasta 6 semanas [25].

Estos primeros seis procesos son los que componen en la etapa de iniciación de un proyecto y corresponde al primer acercamiento con el cliente y muestra un esfuerzo conjunto por determinar el alcance y el valor del proyecto para todos los involucrados. En la Figura 7, nos muestra cómo estos procesos interactúan unos con otros.

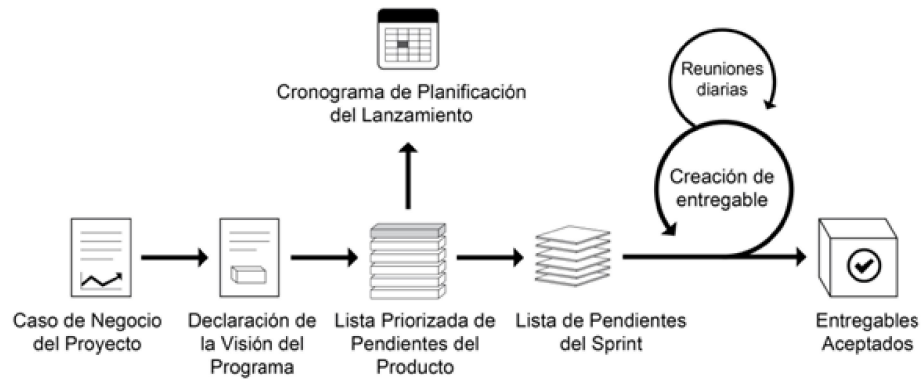


Figura 7: Flujo de Scrum para un "Sprint". Tomado de [23]

Fase de planeación y estimación

La etapa de planificación y estimación consiste en los procesos relacionados a la planificación y estimación de tareas [26].

- **Proceso 7: Creación de historia de usuario**

En este proceso, se crean las historias de usuario y sus respectivos criterios de aceptación [26]. Estas se escriben junto con el cliente para establecer un nivel de transparencia de lo que se realizará en el transcurso del ciclo de vida del proyecto y para garantizar que los requerimientos del cliente estén claramente representados y puedan ser comprensibles para todos los socios e involucrados.

Las historias de usuario son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad. [27]. Estas historias de usuario, responde a las preguntas ¿Quién? ¿Qué? Y ¿Por qué? para establecer lo que el cliente desea que el resultado final del proyecto realice. De esta manera, el Equipo Scrum tiene un mejor panorama de lo que se debe realizar en cada "Sprint".

- **Proceso 8: Aprobación, estimación y asignación de historias de usuarios**

Una vez las historias de usuario son diseñadas, en este proceso, el Product Owner aprueba las historias para realizar el sprint. Luego, el Scrum Master y el Equipo Scrum estiman el trabajo que será necesario para desarrollar la funcionalidad descrita en cada usuario [26]. Además, a cada historia se le asigna un puntaje que depende de la complejidad y el riesgo de esta. De esta manera, de tener un alto riesgo, entonces el puntaje de la historia será mayor. Este parámetro puede determinarse mediante parámetros propios o por la cantidad de horas o días en las que la tarea debe ser realizada. Por último, el equipo Scrum se compromete a entregar los requerimientos del cliente en forma de historias de usuario aprobadas, estimadas y asignadas [26].

- **Proceso 9: Creación de tareas**

En este proceso, las historias de usuarios aprobadas, estimadas y asignadas se dividen en tareas específicas y se compilan en una lista de tareas [26].

- **Proceso 10: Estimación de tareas**

En este proceso, el equipo principal de Scrum calcula el trabajo que será necesario para cumplir con cada tarea en la lista [SBOK 9].

- **Proceso 11: Creación de la lista de pendientes del "Sprint"**

En este proceso, el equipo principal de Scrum lleva a cabo reuniones de planificación del sprint, donde se elabora una lista de pendientes del sprint la cual incluye todas las tareas que habrán de completarse [26].

Una de las características más importantes de una metodología es la facilidad con la que se maneja el seguimiento de los procesos de trabajo y saber en qué

lugar se encuentra el equipo en términos de la conclusión de tareas. [26]. En Scrum, se puede utilizar una variedad de herramientas para dar seguimiento al trabajo de un sprint. La más común es el tablero Scrum.

Además, durante este proceso se asignan los parámetros de seguimiento del sprint. Los parámetros de seguimiento que se utilizan en los proyectos según esta metodología son:

- Velocidad
- Valor empresarial entregado
- Cantidad de historias

Fase de implementación

La fase de implementación está relacionada a la ejecución de las distintas tareas y actividades, que fueron creadas y asignadas en los procesos anteriores, para crear el entregable final del proyecto [28].

■ Proceso 12: Creación de entregables

En este proceso, el equipo Scrum trabaja en las tareas del sprint para crear los entregables del mismo. Los problemas que enfrenta el equipo Scrum pueden actualizarse en un registro de impedimentos [28].

■ Proceso 13: Realizar reunión diaria de pie

En este proceso se lleva a cabo una reunión diaria altamente focalizada con un bloque de tiempo asignado y denominada: reunión de pie [28]. Básicamente se expone sobre los procesos e impedimentos que se enfrentaron durante el día y los que se podrían enfrentar en el futuro.

■ Proceso 14: Mantenimiento de la lista priorizada de pendientes del producto

Este proceso se utiliza para actualizar constantemente la lista priorizada de pendientes del producto [28].

Fase de revisión y retrospectiva

Esta fase se ocupa de la revisión de los entregables realizados y la eficiencia del trabajo que se ha realizado y determina las formas para mejorar las prácticas y métodos implementados durante la realización del proyecto [29]

■ Proceso 15: Convocar el Scrum de Scrums

En un Scrum de Scrums, se convoca una reunión en intervalos predeterminados o cuando sea necesario a fin de colaborar y dar seguimiento a sus respectivos

progresos, impedimentos y dependencias entre los equipos. Esto es relevante únicamente para grandes proyectos que involucran múltiples equipos de Scrum [29].

- **Proceso 16: Demostración y validación del "Sprint"**

En este proceso el equipo demuestra los entregables del "Sprint" al propietario del producto y a los socios relevantes durante una reunión de revisión del sprint [29].

El propósito es lograr la aprobación y aceptación del propietario del producto respecto al mismo [29].

- **Proceso 17: Retrospectiva del "Sprint"**

Este es el último proceso de la fase de revisión y retrospectiva. En este proceso, el Scrum Master y el equipo Scrum se reúnen para discutir las lecciones aprendidas durante el sprint. Dicha información se documenta como lecciones aprendidas que pudiera implementarse en futuros "Sprints"[29].

Fase de lanzamiento

La última fase del ciclo de Scrum hace énfasis en la entrega al cliente de los entregables aceptados. Además, también contempla la identificación, documentación, e internalización de las lecciones aprendidas durante el proyecto [30] para manejo interno o externo de futuros proyectos.

- **Proceso 18: Envío de entregables** En este proceso se hace la entrega o la transición de los entregables aceptados a los socios relevantes [30]. Esto queda documentado en un acuerdo formal de los entregables y sus características.

- **Proceso 19: Retrospectiva**

El último proceso de la metodología Scrum hace referencia a una última reunión entre la organización y los miembros del equipo Scrum para hacer una retrospectiva del proyecto e identificar, documentar e internalizar las lecciones que se aprendieron [30].

Plataforma para gestión de proyectos

El primer paso para la realización de una metodología de gestión es la selección de una plataforma que permita documentar, analizar, informar y llevar a cabo la gestión de un proyecto. Seguido a esto, se determinará el nombre de las fases y sus correspondientes procesos dentro de la plataforma.

6.1. Selección de plataforma para la gestión de proyectos

Se considera un factor importante la virtualización de plataformas de gestión de proyectos desde que las mismas proveen herramientas colaborativas y de fácil acceso por medio de una conexión de internet y aplicaciones móviles para facilitar el control del proyecto. Estas plataformas varían en su nivel de complejidad desde las que ofrecen un entorno de gestión de proyectos completo como Monday.com (www.monday.com), Bitrix24 (www.bitrix24.com), Wrike (www.wrike.com) y Atlassian (www.atlassian.com), donde se puede gestionar documentación, asignaciones, horarios, costos, etc; y las plataformas que ofrecen herramientas que facilitan la gestión de proyectos como Trello (www.trello.com) o KanbanFlow (www.kanbanflow.com). Además, se cuenta con programas específicos como Microsoft Project y ProjectLibre. Este último de licencia libre.

Sin embargo, debido a la gran variedad de proyectos que ExperimentaLab debe manejar, se necesita una plataforma que sea gratuita, segura, confiable y, a la vez, lo suficientemente personalizable que permita, además, la posibilidad de la colaboración de múltiples miembros del equipo en tiempo real. La finalidad de esta plataforma debe ser la de gestionar, documentar e informar el estado actual del proyecto y también

servir de base de datos para que, tanto el cliente como la empresa, puedan conocer los distintos inconvenientes, soluciones y procesos del proyecto. Esta plataforma, resultó ser Notion (www.notion.so).

6.1.1. Notion

Notion es una aplicación de internet que combina diferentes herramientas entre las cuales se mencionan procesamiento de texto, notas, bases de datos, Kanban, Calendarios y creación de “wikis” mediante su plataforma que permite utilizarla individualmente o de manera colaborativa.

Notion combina todas estas herramientas como parte de un flujo de trabajo basado en un “todo en uno”, desde repositorios, lista de tareas y hojas de ruta en un solo lugar [31]. Esta característica la hace 100 % personalizable para los fines de este trabajo.

Otra de las características importantes de Notion es que permite tener una cuenta personal gratuita, con funciones limitadas. Sin embargo, si se cuenta con un correo electrónico institucional, este brinda una cuenta “Personal Pro” con valor de \$5 al mes que cuenta con mayores características. Además, cuenta con planes para equipos y empresas con los precios y características descritos en la Figura 11.

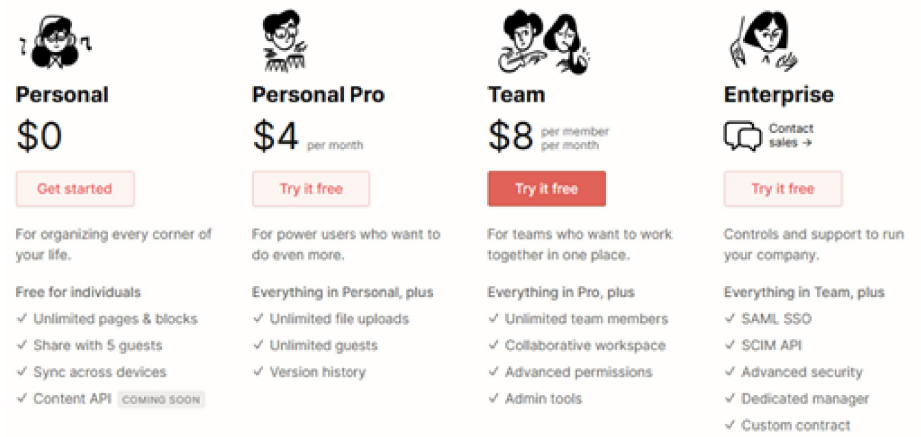


Figura 8: Lista de precios y comparación de características de Notion [32]

Fases para la gestión de proyectos

Según las fuentes exploradas a lo largo de la investigación acerca de las guías y metodologías para la gestión de proyectos, una de sus principales características es la división por fases que contienen los distintos procesos para llevar a cabo el correcto seguimiento del proyecto que se esté realizando. En el caso de organizaciones pequeñas es conveniente manejar la menor cantidad de fases de gestión posibles debido a que, entre más fases, mayor será la complejidad de la gestión. Por lo tanto, se consideran las cuatro fases del ciclo de vida de un proyecto según la Figura 9

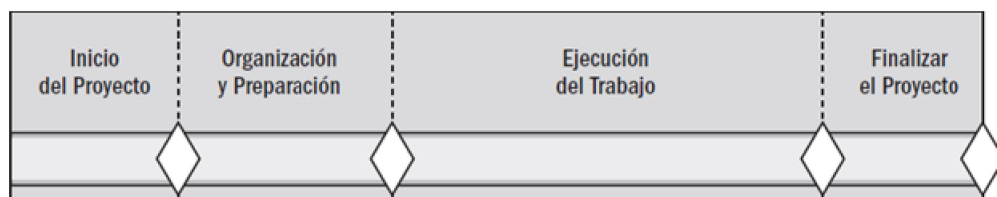


Figura 9: Ciclo de vida genérico según el PMBOK [6]

La gestión de proyectos en ExperimentaLab se llevará a cabo mediante el reconocimiento de cuatro Fases con catorce procesos en total. Cada fase y proceso involucra diferentes niveles de relación entre ExperimentaLab y el cliente.

Como se mencionó en la sección anterior, la plataforma digital Notion nos permite realizar un portal de proyecto con la documentación y la información relacionada con el mismo. Dicha plantilla puede encontrarse en el siguiente enlace: <https://cutt.ly/wcQ7bXt>

7.1. Fase de inicio

La primera fase a realizar será denominada *fase de inicio* donde se tendrá el primer acercamiento al cliente para el comienzo de las reuniones y acuerdos para llevar a cabo los siguientes procesos.

7.1.1. Proceso 1: Acta de constitución del proyecto

Este proceso involucra el desarrollo de un documento que autoriza formalmente la existencia del proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto [33]. En este documento debe plasmarse la Descripción y el propósito del proyecto, el alcance, las limitaciones que podrían tenerse, los requerimientos mínimos, los objetivos y toda información requerida por el cliente.

Este será uno de los principales documentos dentro de la relación cliente-empresa ya que representa el acuerdo entre ambas de los entregables y la visión y los beneficios que se tiene del proyecto para ambas partes.

7.1.2. Proceso 2: Identificación y registro de participantes e interesados

Una de las principales componentes del flujo de trabajo de un proyecto es la identificación de los interesados del proyecto. Estos son aquellas personas que tienen intereses o que participan activamente como parte del grupo de trabajo del proyecto.

Dentro de la empresa esta componente es importante ya que, al manejar distintos tipos de clientes, se necesita tener claridad de quienes son los interesados e involucrados en el proyecto y qué nivel de involucramiento tiene cada uno. De la misma manera, esta base de datos servirá como medio de consulta ante cualquier eventualidad ocurrida durante el flujo de trabajo del proyecto.

Esta base de datos deberá contener, como mínimo: Nombre del interesado y/o involucrado, Rol que tiene en el proyecto y número telefónico y/o correo electrónico según es su elección.

7.1.3. Proceso 3: Organigrama de proyecto

En este proceso, se debe desarrollar un organigrama con los nombres de los involucrados y su nivel de autoridad dentro del marco de trabajo de proyecto. Este organigrama debe incluir como mínimo al director, coordinador y equipos de trabajo del proyecto que fueron nombrados en el Acta de Constitución de Proyecto del proceso 2.

7.1.4. Proceso 4: Definición del alcance de proyecto

Este proceso genera un documento en el que se establece el alcance del proyecto. El alcance incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo y únicamente todo el trabajo requerido para completar el proyecto con éxito [34].

El alcance del proyecto es otro proceso que requiere cuidado e importancia, ya que la naturaleza de los proyectos tecnológicos tiende al cambio constante de los requerimientos de ejecución. Este proceso pretende ser una guía que regule los requerimientos solicitados por el cliente y que estos no puedan ser cambiados en el marco de la ejecución del proyecto. Además, este proceso puede revisarse constantemente mediante un documento de Trazabilidad de Requerimientos que permitirá analizar y autorizar posibles cambios en los requerimientos del proyecto y que pudiesen alterar el alcance de este. El documento del alcance de proyecto debe contener como mínimo: El propósito del proyecto, objetivos, descripción detallada del alcance del proyecto, descripción detallada de los entregables del proyecto, límites presupuestarios y fechas importantes.

7.2. Fase de planificación

En la segunda fase, la fase de planificación, se tendrá como involucrados, principalmente, a los miembros de la organización ExperimentaLab quienes realizarán los siguientes procesos.

7.2.1. Proceso 5: Cronograma y esquema general del proyecto

Este proceso establece el cronograma de actividades que dependerá del grado de complejidad del proyecto. Además, hace énfasis en la fecha de inicio y final del proyecto y se dividirá en los siguientes subprocesos.

1. Realización de una estructura de actividades basado en la metodología de “Ruta Crítica” con un Diagrama de Gantt: Se escoge esta metodología debido a su fácil interpretación mediante gráficos y a la identificación de actividades clave dentro del proyecto y, esto, facilita la comprensión del cliente y del grupo de trabajo que realizará las actividades.
2. Establecimiento de la prioridad a cada tarea: Así como la metodología SCRUM establece prioridades de tareas mediante historias de usuario. A cada actividad en la estructura de actividades debe contener una prioridad que dependerá de su grado de complejidad, cantidad de tiempo necesaria para que se finalice o bien, su posición dentro de la Ruta Crítica. Por lo tanto, la prioridad queda a discreción del director de proyecto y el equipo de trabajo que lo realizará.

3. Presentación de los datos más importantes del proyecto. Estos datos serán: Fecha de inicio de la fase de ejecución, duración total del proyecto, horas estimadas de trabajo, costo estimado del proyecto.

Es importante mencionar que este proceso debe realizarse de manera constante durante la ejecución del proyecto ya que por la naturaleza y la escala de los proyectos que se manejan, la estructura de actividades puede cambiar. Además, debe establecerse un efectivo canal de comunicación con los interesados debido a que un cambio en la estructura de trabajo inicial puede implicar cambio de las fechas de entrega o en el alcance del proyecto.

7.2.2. Proceso 6: Realización de presupuesto de ejecución

Este proceso determina los costos aproximados de los insumos y actividades que se deben realizar en el proyecto. Así mismo, este proceso debe confirmar el presupuesto tope establecido en el documento del alcance del proyecto.

Este es un proceso que se puede realizar una única vez y brinda una perspectiva más detallada de los costos del proyecto.

7.2.3. Proceso 7: Definición de plan de pagos

En este proceso se determina cuál será el plan de pagos que el cliente debe cumplir con ExperimentaLab como anticipos, manejo de presupuesto, etc.

7.2.4. Proceso 8: Presentación y aprobación de informe de fase de planificación

Este proceso recopila la información realizada durante los procesos 5, 6 y 7 en un solo documento llamado de etapa de planificación, el cual se presentará al cliente y se solicitará su confirmación y el comienzo del cumplimiento establecido en el plan de pagos.

7.3. Fase de ejecución

Una vez la fase de inicio y la fase de planificación sean correctamente aceptadas por los involucrados del proyecto, se comienza con la fase de ejecución del proyecto.

7.3.1. Proceso 9: Informes de estado

Un informe de estado es un documento que contiene la información de los últimos avances de la fase de ejecución del proyecto. Anteriormente, se debe determinar la periodicidad con la que estos deben ser realizados. Este es un documento que se comparte con el cliente y que se utiliza para dar información acerca de los siguientes temas:

1. Estado actual
2. Imprevistos
3. Decisiones por considerar para el siguiente informe
4. Objetivos para la siguiente etapa
5. Participantes en la etapa actual

Nota: Este proceso debe realizarse la cantidad de veces necesaria.

7.3.2. Proceso 10: Gestión de cambios

En este proceso se lleva a cabo el monitoreo del proyecto. Establece tres documentos que maneja el director del proyecto:

1. Registro de eventos: Este documento contiene información acerca de eventos que se consideran importantes que ocurren a lo largo de la ejecución del proyecto. Este puede utilizarse para mantener el monitoreo de avances, establece si es un evento positivo o negativo y si el mismo fue causado por factores externos como internos de la organización.
2. Registro de inconvenientes: Es común durante la ejecución de proyectos de naturaleza tecnológica que diversos factores no previstos alteren el funcionamiento, y tiempos de entrega de este. Por eso, se considera importante llevar un registro de los diversos inconvenientes donde se puede tener acceso y analizarlos para poner en acción planes de mitigación.
3. Trazabilidad de requerimientos: Durante la ejecución de un proyecto de esta naturaleza puede darse el caso de la necesidad de cambiar algún requerimiento que altere el curso actual del proyecto y/o el alcance de este. Por esto, este documento brinda la posibilidad de documentar la solicitud de cambio de requerimiento y dar seguimiento para su posterior análisis que derivará en su aprobación o no aprobación.

7.3.3. Proceso 11: Gestión de costos

Este proceso pretende monitorear el presupuesto del proyecto. Debe contener la información de compra de insumos y/o pago de honorarios, etc. Este debe revisarse de manera continua para asegurar la correcta ejecución del presupuesto propuesto.

7.3.4. Proceso 12: Gestión de avances

El proceso de gestión de avances corresponde a una revisión de los avances realizados durante un determinado intervalo de tiempo. Pudiendo ser diarios, semanales o mensuales, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Se propone que la información contenida sea: Lo realizado, lo faltante y si hubo inconvenientes o bloqueos en el equipo de trabajo.

7.4. Fase de finalización

Una vez completada la fase de ejecución del proyecto y culminados y autorizados los entregables, se procede a la fase de finalización, la cual pretende ser el episodio de cierre entre la relación cliente-empresa.

7.4.1. Proceso 13: Presentación de entregables

En este proceso se presentan los entregables finales realizados durante la fase de ejecución. Se realiza una explicación de lo que se realizó tras la última actualización y se solicita la aprobación final del cliente.

7.4.2. Proceso 14: Cierre de proyecto

Una vez completado el proceso anterior, se realiza un documento que se debe anexar al acta de constitución del proyecto, en el proceso 1 de la fase de inicio, donde se conste la entrega final y los plazos de seguimiento, si aplican, para la terminación del proyecto. Además, se analiza el plan de pagos velando por el correcto cumplimiento de este.

7.4.3. Interacción entre los procesos de la metodología

En el siguiente diagrama de flujo, se muestra la interacción entre los procesos antes descritos.

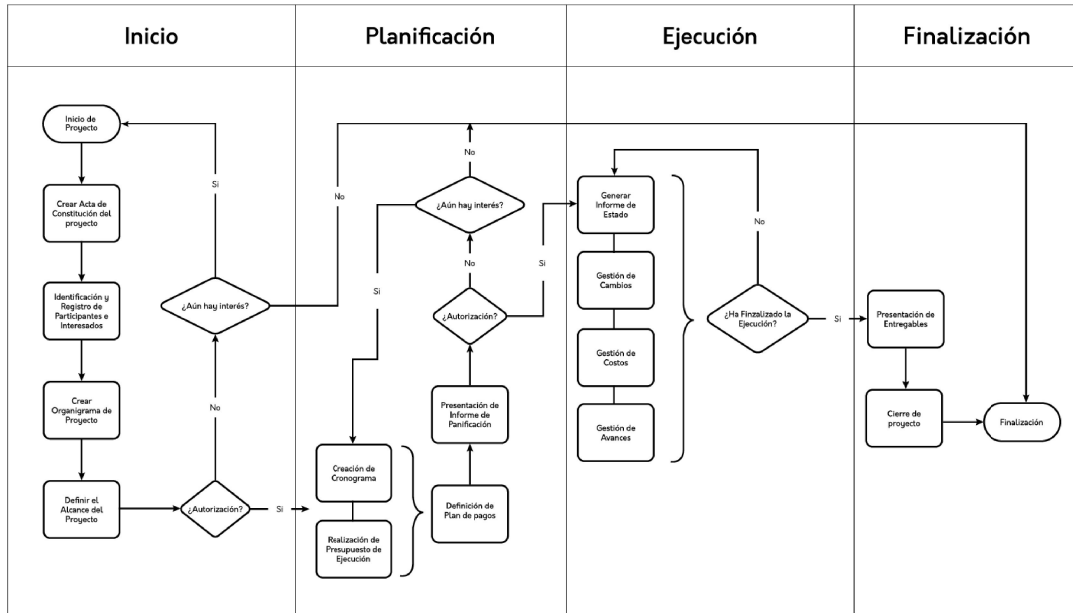


Figura 10: Flujograma de proceso para la gestión de proyectos en tecnología

Equipo necesario para la creación de prototipos

En la sección 5.3 se encontró un listado del equipo que se utiliza para la fabricación de prototipos. Uno de los objetivos de ExperimentaLab es promover el desarrollo mediante la realización de producto internos que requieren de una fase de prototipado. Además, debido a los proyectos que se manejan. Por esto, se hace necesario identificar cuáles serán los equipos que se acoplen a las necesidades de la organización.

En la misma sección se hace referencia a que las tecnologías más utilizadas y económicas es la tecnología 3D FDM y Corte Láser. Sin embargo, algunos otros recursos como la tecnología CNC y la manipulación manual de materiales plásticos se encuentran disponibles como parte de los servicios de compañías manufactureras y laboratorios de desarrollo como el TecLab en Guatemala (<https://tec.gt/teclab/>) y algunas universidades. Por lo que eventualmente se considerará, según la necesidad del prototipo que se desee desarrollar.

Diseño de un proceso de desarrollo de prototipos

Según la información encontrada y sintetizada en la sección 5.2, un proceso de desarrollo genérico cuenta de seis fases:

1. Planeación
2. Desarrollo del concepto
3. Diseño a nivel de sistema
4. Detalles del diseño
5. Pruebas y mejoras
6. Aceleración de la producción

Para la creación de un proceso de desarrollo de prototipos para ExperimentaLab, se tomará en cuenta la metodología de gestión de proyectos desarrollada en el capítulo 7 que permitirá, además, llevar el control de desarrollo de proyectos internos de la empresa.

Por consiguiente, la propuesta de un proceso de desarrollo para ExperimentaLab:

1. Fase de planeación de proyecto

En esta fase, comienza la planeación del proyecto que derivará en el desarrollo de un producto por parte de ExperimentaLab.

2. Desarrollo de concepto

Esta fase será una adaptación del Acta de Constitución y el alcance del proyecto definidos en el proceso 1 y 2 de la sección 7 y definirá la idea del producto que se desea realizar.

3. Planificación y validación

Esta fase del proceso de desarrollo cambiará respecto a la fase de ejecución de la sección 7 ya que la planificación dependerá de los distintos hallazgos que se encuentren durante el proceso de desarrollo y se deberá realizar un estudio preliminar de posibles productos ya existentes en el mercado.

Una vez realizado esto, se debe realizar un análisis de la viabilidad del producto. Esto es, el nivel de aceptación que tendrá por parte de los posibles usuarios.

4. Diseño preliminar

Durante esta fase, se deberá realizar un diseño preliminar de lo que se espera sea el producto final y, en base a eso, se realizara un presupuesto del costo estimado del prototipo.

5. Construcción del prototipo

En esta fase se llevará a cabo la construcción del prototipo con los recursos asignados en la fase de planificación. Este prototipo se realizará con los materiales y el equipo necesario para su culminación.

6. Pruebas y mejoras

La construcción y validación de prototipos es un proceso iterativo que requiere de constantes pruebas y cambios.

7. Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica corresponde al camino que debe recorrer el resultado de una investigación que resulte protegible por algún mecanismo de Propiedad Intelectual [35].

Esta fase que se llevará a cabo durante todo el proceso ya que será el que determine la viabilidad a lo largo del proceso.

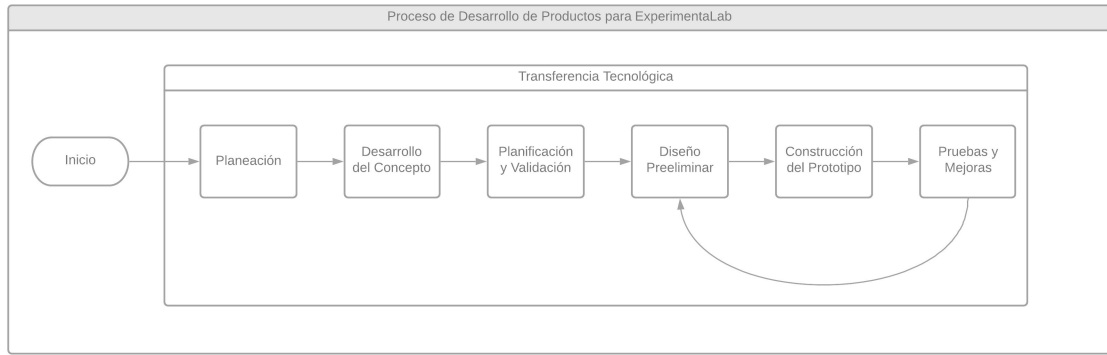


Figura 11: Diagrama de Flujo de los procesos descritos en el proceso de desarrollo de productos para ExperimentalLab

1. La realización de un manual de procedimiento para la gestión de proyectos, implementando una metodología de gestión de proyectos, adaptada al contexto de una organización, ofrece un panorama general de como dicha organización debe funcionar.
2. La realización de plantillas de documentación facilita a los involucrados la gestión de un proyecto.
3. Puede existir una relación entre una metodología de gestión de proyectos y un proceso de desarrollo de productos.
4. Es posible adaptar una metodología de gestión de proyectos para que se adapte tanto a proyectos de naturaleza tecnológica como de otras naturalezas.
5. El prototipo es una componente importante a la hora de desarrollar proyectos de ingeniería y los mismos pueden ser llevados a cabo desde el punto de vista de la gestión de proyectos.

- Dentro del manual, se debe colocar la periodicidad con la que este debe o puede ser actualizado debido a que a través de la historia de la empresa se descubrirán nuevas experiencias que cambiarían el estado actual de la empresa y su manual de procedimientos para la gestión de proyectos.
- Incluir en la metodología los procesos correspondientes a la administración del riesgo donde pueden haber oportunidades de mejora mediante la mitigación de riesgos internos y externos.
- Cotemplar la posibilidad de crear una plataforma digital que ofrezca un mayor control de la seguridad de la información para realizar y compartir los procesos en sustitución de Notion.
- Contactar directamente al proveedor Notion para conocer los distintos planes y opciones del plan *Enterprise* en cuanto a seguridad de información y atención al cliente.
- Realización de un manual de capacitación para la plataforma notion y la metodología aquí propuesta.
- Contactar directamente al proveedor Notion para conocer los distintos planes y opciones del plan *Enterprise* en cuanto a seguridad de información y atención al cliente.

-
- [1] WRIKE. (). Welcome to the Project Management Guide by Wrike, dirección: <https://www.wrike.com/project-management-guide/>. (accesado: 03.04.2021).
 - [2] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)* 6.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2007, cap. 1, págs. 1-29, ISBN: 978-1-62825-194-4.
 - [3] C. de Industria de Guatemala. (). Tecnología e Innovación la apuesta para fortalecer a la industria nacional, dirección: <https://cig.industriaguatemala.com/2020/02/27/tecnologia-e-innovacion-la-apuesta-para-fortalecer-a-la-industria-nacional/>. (accesado: 14.07.2020).
 - [4] M. de Salcajá. (). Smart City, dirección: <http://www.salcaja.gob.gt/salcaja-smart-city/>. (accesado: 11.07.2020).
 - [5] F. V. Echtelt, *New Product Development: Shifting Suppliers Into Gear*. Technische Universiteit Eindhoven, 2004, cap. 4, págs. 91-124, DOI: 10.6100/IR573569.
 - [6] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)* 6.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2007, cap. 1, págs. 4-36, ISBN: 978-1-62825-194-4.
 - [7] S. D. E. Karl T. Ulrich, *Product Design and Development*, 5.^a ed. McGraw-Hill, 2012, cap. 2, págs. 11-32, ISBN: 978-0-07-340477-6.
 - [8] U. T. N. S. Francisco. (). Prototipado Rápido, dirección: <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4419/Prototipado%20e%20Ingenieria%20Inversa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (accesado: 03.04.2021).
 - [9] E. S. de Diseño de Barcelona. (). ¿Qué es el prototipado rápido y cuáles son las tecnologías más usadas?, dirección: <https://www.esdesignbarcelona.com/int/expertos-diseno/que-es-el-prototipado-rapido-y-cuales-son-las-tecnologias-mas-usadas>. (accesado: 03.04.2021).

- [10] bitfab. (). Guía de Prototipado Rápido ¿Qué es? Las 6 tecnologías más usadas, dirección: <https://bitfab.io/es/blog/prototipado-rapido/>. (accesado: 03.04.2021).
- [11] Stratasys. (). Our Materials, dirección: <https://www.stratasys.com/materials/search>. (accesado: 03.04.2021).
- [12] C. W. Dawson, *Project in computing and Information Systems, A Student's Guide*, 1.^a ed. Pearson Education Limited, 2005, cap. 1, págs. 3-14, ISBN: 0-321-26355-3.
- [13] —, *Project in computing and Information Systems, A Student's Guide*, 1.^a ed. Pearson Education Limited, 2005, cap. 2, págs. 15-34, ISBN: 0-321-26355-3.
- [14] PMI. (). PMI Founders, dirección: <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi/founders>. (accesado: 14.07.2020).
- [15] —, (). Project Management Certification: The History, dirección: <https://www.pmi.org/learning/library/project-management-certification-history-development-4941>. (accesado: 14.07.2020).
- [16] A. Hofmann, “Critical Path Method: An Important Tool for Coordinating Clinical Care”, *The Joint Commission Journal on Quality Improvement*, vol. 19, n.º 07, págs. 235-246, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1070-3241\(16\)30004-9](https://doi.org/10.1016/S1070-3241(16)30004-9).
- [17] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)* 6.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2007, cap. 6, págs. 173-230, ISBN: 978-1-62825-194-4.
- [18] C. W. Dawson, *Project in computing and Information Systems, A Student's Guide*, 1.^a ed. Pearson Education Limited, 2005, cap. 4, págs. 54-81, ISBN: 0-321-26355-3.
- [19] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)* 6.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2007, cap. 1, págs. 541-560, ISBN: 978-1-62825-194-4.
- [20] C. W. Dawson, *Project in computing and Information Systems, A Student's Guide*, 2.^a ed. Pearson Education Limited, 2009, cap. 6, págs. 54-81, ISBN: 978-0-273-72131-4.
- [21] SCRUMstudy, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 2, págs. 20-37, ISBN: 978-0-9899252-0-4.
- [22] L. Rising y N. Janoff, “The Scrum Software Development Process for Small Teams”, *Software, IEEE*, vol. 17, págs. 26-32, ago. de 2000. DOI: 10.1109/52.854065.
- [23] SCRUMstudy, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 1, págs. 1-19, ISBN: 978-0-9899252-0-4.
- [24] D. J. Sutherland, “Agile Development: Lessons Learned From The First Scrum”, oct. de 2004. dirección: <http://jeffsutherland.com/scrum/FirstScrum2004.pdf>.
- [25] SCRUMstudy, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 8, págs. 130-175, ISBN: 978-0-9899252-0-4.

- [26] —, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 9, págs. 176-205, ISBN: 978-0-9899252-0-4.
- [27] S. MEXICO. (mar. de 2020). Historias de Usuario, Escritura, Definición, Contexto y Ejemplos, dirección: <https://scrum.mx/informate/historias-de-usuario>. (accesado: 01.08.2020).
- [28] SCRUMstudy, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 10, págs. 2006-2027, ISBN: 978-0-9899252-0-4.
- [29] —, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 11, págs. 2006-227, ISBN: 978-0-9899252-0-4.
- [30] —, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*, 2016.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. 410 N 44th Street, Suite 240 Phoenix, Arizona 85008 USA: VMEdU Inc., 2013, cap. 12, págs. 248-258, ISBN: 978-0-9899252-0-4.
- [31] Notion. (). About Notion, dirección: <https://www.notion.so/about>.
- [32] —, (). Notion Pricing, dirección: <https://www.notion.so/pricing>.
- [33] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)* 6.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2007, cap. 4, págs. 69-127, ISBN: 978-1-62825-194-4.
- [34] —, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)* 6.^a ed., ép. Guide to the PMBOK. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU: Project Management Institute, Inc., 2007, cap. 5, págs. 129-170, ISBN: 978-1-62825-194-4.
- [35] CRAI. (). ¿Qué es y cómo se realiza la Transferencia Tecnológica?, dirección: [Welcome%20to%20the%20Project%20Management%20Guide%20by%20Wrike](https://www.welcome20to%20the%20Project%20Management%20Guide%20by%20Wrike). (accesado: 03.04.2021).

13.1. Resumen de los procesos de Scrum

Capítulo	Fase	Procesos
8	Inicio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación de la visión del proyecto 2. Identificación del Scrum Master y el(los) socio(s) 3. Formación de equipos Scrum 4. Desarrollo de épica(s) 5. Creación de la lista priorizada de pendientes del producto 6. Realizar la planificación de lanzamiento
9	Planificación y estimación	<ol style="list-style-type: none"> 7. Creación de historias de usuario 8. Aprobación, estimación y asignación de historias de usuario 9. Creación de tareas 10. Estimación de tareas 11. Creación de la lista de pendientes del sprint
10	Implementación	<ol style="list-style-type: none"> 12. Creación de entregables 13. Llevar a cabo la reunión diaria 14. Mantenimiento de la lista priorizada de pendientes del producto
11	Revisión y retrospectiva	<ol style="list-style-type: none"> 15. Convocar el Scrum de Scrums 16. Demostración y validación del sprint 17. Retrospectiva del sprint
12	Lanzamiento	<ol style="list-style-type: none"> 18. Envío de entregables 19. Retrospectiva del proyecto

Figura 12: Resumen de procesos Scrum [23]

13.2. Link a plantilla de portal de proyecto en Notion

<https://cutt.ly/wcQ7bXt>

13.3. Manual de procedimiento para la gestión de proyectos



Experimenta
Lab

MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA
GESTIÓN DE PROYECTOS

Carlos González

Índice

PREFACIO	3
A. Introducción general	4
B. Objetivos	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
C. Procedimientos y responsable(s)	6
D. Flujograma de los procesos contenidos en el Manual	7
E. Descripción de los procedimientos	8
F. Plataforma Notion	8
G. Procedimiento para la gestión de proyectos	9
Fase de inicio	9
Fase de planificación	9
Fase de ejecución	12
Fase de finalización	13
Referencias	15

PREFACIO

Tengo el placer de presentar el siguiente MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS como parte de mi trabajo de graduación titulado *Manual de Procedimiento Para la Gestión de Proyectos en Desarrollo Tecnológico y Propuesta de Equipamiento para la Creación de Prototipos en el Laboratorio ExperimentalLab* presentado en el año 2021. Este proceso para la Gestión de Proyectos consta de cuatro fases:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Finalización

Estas cuatro fases implican catorce procesos que deben llevarse a cabo para *gsoquigi, no sg t otoi t guoig yosil so, oséxió ou sg iogszgníou no yioyomíós no nipiouó ugáigsozg. Asi t ist o, noiosyouno g uu osquot g soumiso no* manejar para el tamaño de ExperimentalLab y sus colaboradores.

CsMguugsml io osyiomonit iouó quo so nol ou soquii ygig sg qosáóu no proyectos y que aseguran un flujo de información constante y certera para la empresa y el cliente. Esto ayuda a tener una buena comunicación con el cliente quien se sentirá cómodo con la información y el formato propuesto.

Este Manual, ofrece una guía consolidada con las distintas experiencias que *so r gu gnquiiino nuiguó sg ojomuníou no os yioyomíós quo r ot os óuino sg* oportunidad de desarrollar, con la esperanza que desemboque mayor alcance para tener un mayor impacto a la hora de desarrollar proyectos de innovación tecnológica.

Carlos González

Encargado de Sistemas y Proyectos

Guatemala, Abril 2021

A. Introducción

El presente trabajo consiste en la elaboración de un manual de procedimientos para la gestión de proyectos de la organización ExperimentaLab, que se dedica a la realización de proyectos de diversos tipos, entre ellos, la realización de prototipos de naturaleza tecnológica. Conforme la organización fue creciendo, la gestión de proyectos se volvió un pilar importante para la misma, siendo ésta un importante medio de control, monitoreo y ejecución de los diversos proyectos que se pueden realizar. Este manual incluye las diversas metodologías que se han estudiado y fueron consideradas como apropiadas para llevar la gestión de los proyectos por venir. Además, se consideraron las diversas experiencias de los miembros de la organización y el uso de una plataforma digital colaborativa que facilitan los procesos aquí propuestos.

Este manual presenta la forma en la que deben ejecutarse los procesos de cada una de las fases de Gestión de Proyectos para garantizar, lo mejor posible, la satisfacción del cliente y a organización interna de la empresa. Además, llevar a cabo este proceso es importante debido a que los mismos generarán una base de conocimientos que se podrá utilizar para resolver de manera más rápida y efectiva los posibles inconvenientes que se tengan a futuro. De esta manera, la dirección de proyectos puede tener un procedimiento central en el cual basarse para la ejecución de cualquier proyecto. Sin embargo, los procesos aquí descritos pueden cambiar según la necesidad inmediata que requiera el proyecto y/o a solicitud del cliente.

B. Objetivos

Objetivo general

Establecer de manera documentada los lineamientos necesarios para llevar a cabo la gestión de proyectos para la organización ExperimentaLab. Así como determinar el acercamiento al cliente, la forma en la que se planificará, evaluará y monitoreará la ejecución del proyecto.

Objetivos específicos

- Entregar a la empresa un instrumento que contemple una manera estandarizada y los pasos involucrados para facilitar el proceso de gestión de proyectos.
- Proveer información sistemática que contribuya a facilitar la comunicación con el cliente por el desarrollo de proyectos.
- Brindar una guía de cómo utilizar la plantilla de Gestión de Proyectos en Notion para llevar la Gestión de Proyectos.

C. Procedimientos y responsable(s)

Prioridad	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Dependencia
A0	Actividad 1	--	--	--
B0	Actividad 2	--	--	--
B1	Actividad 3	--	--	--
A1	Actividad 4	--	--	--
C0	Actividad 5	--	--	--
C2	Actividad 6	--	--	--
A3	Actividad 7	--	--	--
C1	Actividad 8	--	--	--
A2	Actividad 9	--	--	--

Figura 1: Resumen de fases, procesos y encargados directos

D. Flujoograma de los procesos contenidos en el Manual

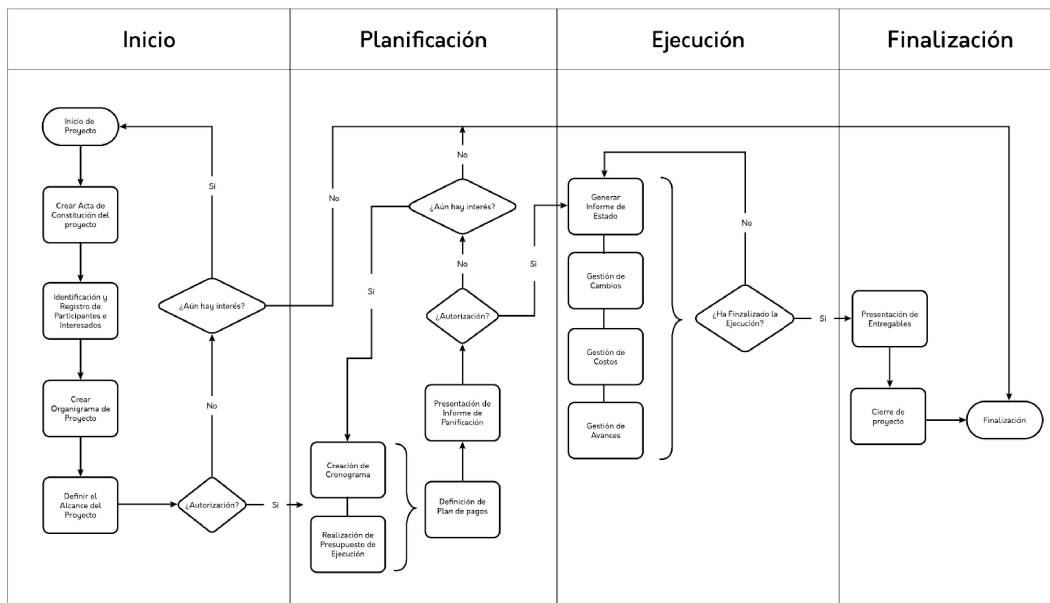


Figura 2: Flujoograma de fases, procesos y encargados directos

E. Descripción de los procedimientos




F. Plataforma Notion

ExperimetaLab cuenta con un set de plantillas y documentos que se utilizan para la gestión de proyectos. Cada plantilla se ajusta a los distintos procesos descritos en la Figura 1.




Para preparar el portal de proyecto se debe desarrollar un resumen del proyecto con los aspectos más importantes como objetivos, alcance, descripción de los entregables finales del proyecto, etc. Seguido, están las columnas que corresponden a cada proceso y sus respectivos documentos. En la siguiente figura, se puede observar la estructura que tiene el portal de proyectos.

Fases y Procesos

Inicio

-  Acta de Constituci...
-  Organigrama de P...
-  Alcance del Proyeto




Planificación

-  Etapa de Planificac...
-  Estructura de Trab...
-  Presupuesto

Ejecución

-  Reporte de Estado

Gestión de Cambios

-  Registro de Eventos
-  Registro de Inconv...
-  Trazabilidad de Re...

Gestión de Costos

-  Compras/Pagos

Gestión de Avances

-  Revisión

Finalización

Figura 3: Captura de pantalla de la organización del portal de proyecto en Notion

G. Procedimiento para la gestión de proyectos

Fase de inicio

Para la fase de inicio deben desarrollarse los siguientes procesos:


1. Al confirmarse la participación de ExperimentaLab y la contratación del cliente, debe procederse a planificar reuniones para la realización de los siguientes documentos:
 - Acta de constitución del proyecto
Responsable: ExperimentaLab y cliente
 - Organigrama de proyecto
Responsable: ExperimentaLab
 - Alcance de proyecto
Responsable: ExperimentaLab y cliente
2. Una vez finalizadas las reuniones y establecidos los acuerdos, esto se debe registrar en el portal Notion que será proporcionado por el director de proyecto.
3. Cuando los documentos digitales sean aprobados por el cliente y el personal encargado de ExperimentaLab, se imprimirán para solicitar las firmas de autorización.
4. Si todas las partes están de acuerdo, se realizan las firmas y se comienza con la fase de ejecución.


A continuación, se presenta una captura de las plantillas contenidas en el acceso a la Plantilla de Portal de Proyecto vigente (<http://www.noion.aod.laneilla-Ee-.oreal-Ee-.roleCo-nbfnaCgnaL8cLcEfSfSLEfbSffbnsbec>)

Fase de planificación

5. Si se realizaron las firmas correspondientes al acta de constitución y el documento del Alcance del Proyecto, se debe proceder a la fase de Planificación.

Inicio

 [Acta de Constitución de Proyecto](#)

 [Organigrama de Proyecto](#)


 [Alcance del Proyecto](#)

Figura 4: Captura de pantalla de las organización del portal de proyecto en Notion

6. El director de proyecto debe realizar la estructura de actividades conjunto al equipo de trabajo que estará asignado al proyecto. Esta estructura de trabajo debe realizarse mediante el método de Ruta Crítica con su diagrama de Gantt. Se deja a discreción el programa a utilizar para generar dicha estructura de trabajo. Notion contiene una vista llamada "Timeline" donde puede realizarse un diagrama de gantt sencillo.
7. Determinar fechas de entrega de informes de estado e incluirlos en la estructura de actividades
8. Una vez realizada la estructura de trabajo, se debe identificar la ruta crítica y se le asigna una prioridad ".A". Esto implica la más alta prioridad de realización.
9. Se debe utilizar una asignación alfanumérica para asignar tareas. De modo que las tareas identificadas en la ruta crítica serán ".A1, A2, A3..."según la posición en la ruta o según complejidad.
10. Las siguientes tareas deben asignarse, según criterio desde la designación "B0", seguidas de Ci, Di, etc. La siguiente tabla muestra la sugerencia de cómo identificar la actividad y la prioridad en la estructura de trabajo.
11. Una vez realizada la estructura de actividades y la asignación de prioridades, esta debe comunicarse al cliente y verificar que no se requieran cambios. Si requiriese cambios, entonces se vuelven a realizar los pasos anteriores.
12. El plan de trabajo debe actualizarse constantemente debido a inconvenientes que pudieran causar atrasos.

Prioridad	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Dependencia
A0	Actividad 1	--	--	--
B0	Actividad 2	--	--	--
B1	Actividad 3	--	--	--
A1	Actividad 4	--	--	--
C0	Actividad 5	--	--	--
C2	Actividad 6	--	--	--
A3	Actividad 7	--	--	--
C1	Actividad 8	--	--	--
A2	Actividad 9	--	--	--

Figura 5: Asignación de prioridad para las actividades del proyecto

13. Realizar el presupuesto de ejecución basado en la estructura de actividades realizada. Este presupuesto debe contener tanto insumos requeridos para la realización del proyecto, los honorarios y, de ser necesario los viáticos que podrían requerirse. Al mismo, se le debe aumentar un porcentaje de al menos 10% como margen de riesgo por algún imprevisto.
14. Definir el plan de pagos. Este debe adaptarse a las necesidades del cliente y del proyecto. Se aconseja solicitar un anticipo de entre el 60% y el 80% antes de iniciar la fase de ejecución y el 10% del pago contra entrega en la fase de finalización.
15. Desarrollar un informe de la fase de planificación. La plantilla de este documento se encuentra en la plataforma y se llama *Etapa de Planificación*.
16. Para la presentación del plan de trabajo debe convocarse una reunión con los directores y coordinadores de proyecto y debe ser aprobado.
17. Si el plan de trabajo es aprobado, se procederá a esperar el pago anticipo y comenzar la fase de ejecución

A continuación, se presenta una captura de las plantillas contenidas en el acceso a la Plantilla de Portal de Proyecto vigente (heepa:ddwww.noieion.aod .PaneiPPa-de-.oreaP-de-.rol eceo-nbf nacgna48c4cdfSf S4dfbSf fbn8bec)

Planificación




-  [Etapa de Planificación](#)
-  [Estructura de Trabajo Inicial](#)
-  [Presupuesto](#)

Figura 6: Captura de pantalla de las organización del portal de proyecto en Notion

Fase de ejecución

18. Se deben realizar informes de estado que serán el primer medio de información que se le dará al cliente. Este debe contener:
 - a) Estado actual
 - b) Imprevistos
 - c) Decisiones por considerar para el siguiente informe
 - d) Objetivos para la siguiente etapa
 - e) Participantes en la etapa actual.

19. En el documento llamado *Informe de Estado* en la columna de *Etapa de Ejecución* de la plataforma digital, se puede encontrar una plantilla para este documento. El archivo, puede copiarse para generar cuantos reportes sean necesarios.

20. En el transcurso de la ejecución, debe realizarse el proceso de gestión de cambios. Este consiste en tres documentos, contenidos en la columna *Gestión de Cambios* de la plataforma digital, son:
 - a) Registro de eventos: Contiene la información acerca de eventos que se consideran importantes y que ocurren a lo largo de la ejecución del proyecto.
 - b) Registro de inconvenientes: Contiene la información de los inconvenientes que pueden surgir y que impactan en la realización de las actividades.

- c) Trazabilidad de requerimientos: Este contiene la información requerida para realizar un análisis de cambio de requerimiento. Estos cambios pueden alterar el alcance y/o el presupuesto del proyecto. Así como las fechas establecidas en la estructura de trabajo.
21. Además, se debe realizar la gestión de los costos del proyecto con el fin de evaluar la ejecución del presupuesto.
 22. Por último, como parte del seguimiento interno de ExperimetaLab, se debe realizar la gestión de avances. Este documento consiste en una base de datos con revisiones diarias, mensuales o semanales de lo realizado por el equipo de trabajo.
 23. Por último, como parte del seguimiento interno de ExperimetaLab, se debe realizar la gestión de avances. Este documento consiste en una base de datos con revisiones diarias, mensuales o semanales de lo realizado por el equipo de trabajo.
 24. Esta fase de la gestión de proyectos es la más duradera respecto a las demás, debe coninuarse desde el punto 18 de este manual hasta que se completen los entregables acordados

A continuación, se presenta una captura de las plantillas contenidas en el acceso a la Plantilla de Portal de Proyecto vigente (<https://www.notion.so/PPA-Ee-.oreAP-Ee-.rol-eceo-nbf-nAgndAL8cLcEf9f9LEfb9ffbn8bec>)



Figura 7: Captura de pantalla del portal de proyecto en Notion

Fase de finalización

24. Como parte de la Fase de finalización, se debe contemplar la recolección de los entregables realizados por el equipo de trabajo para su posterior presentación al cliente.

25. Una vez recolectados los entregables del proyecto, el director de proyecto debe realizar una evaluación preeliminar y conocer si los mismos están completos.
26. Una vez verificado que los entregables estén completos y ordenados, el director del proyecto debe convocar una reunión con el cliente con el fin de presentar los entregables y su funcionamiento.
27. Para dicha reunión, deben prepararse los documentos correspondientes, así como una página añadida al acta de constitución descrito en el punto 1 con las modificaciones, si hubo y con los detalles de los entregables.
28. El mismo procedimiento debe realizarse con el documentno del alcance del proyecto descrito en el punto 1 de este manual.
29. En la reunión deben presentarse los interesados del proyecto. Seguido, se realizará una presentación de los resultados obtenidos y lecciones aprendidas. Así como las recomendaciones para futuras iteraciones del proyecto.
30. Finalmente, una vez que las partes estén satisfechas, se procede a realizar las firmas de los documentos generados en los puntos 28 y 29 de este documento.
31. Cierre del proyecto: Se analizan las fortalezas y debilidades de manera interna, se actualiza la base de datos de conocimiento, se ejecuta cualquier pendiente y se da por terminada la relación entre el cliente y ExperimentaLab.

Referencias

C. E. González, *Manual de Procedimiento Para la Gestión de Proyectos en Desarrollo Tecnológico y Propuesta de Equipamiento para la Creación de Prototipos en el Laboratorio ExperimentaLab*, tesis presentada el 2021 para la Universidad del Valle de Guatemala

CPM Critical Path Method. 16

PDP Project Development Process. 9

PMBOK Project Management Body of Knowledge. 10, 14, 15, 17

PMI Project Management Institute. 10, 15

