

Estrategia para la planeación, control y ejecución de un reactor de compostaje

Diego Fernando Betancourt Cruz

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Mecatrónica
Bogotá D.C
2021

Estrategia para la planeación, control y ejecución de un reactor de compostaje

Diego Fernando Betancourt Cruz

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

Tutor

Ing. Leonardo Solaque PhD

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Mecatrónica

Bogotá D.C

2021

Nota de Aceptación

Firma del presidente de jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tabla de Contenido

Resumen	1
Introducción	2
1 Planteamiento del problema	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación del problema	3
2 Objetivos	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos específicos	4
3 Marco Referencial	5
3.1 Marco contextual	5
3.2 Marco Teórico	5
3.3 Marco Legal	9
3.4 Marco Tecnológico	9
4 Planeación, ejecución y control del diseño de un reactor de compostaje	10
4.1 Planeación del proyecto	10
4.1.1 Idea	10
4.1.2 Alcance	11
4.1.3 Stakeholders	11
4.1.4 Desarrollo del proyecto	11
4.1.4.1 Cronograma	12
4.1.4.2 EDT	12
4.1.5 Identificación del riesgo	12
4.1.6 Análisis del riesgo	13
4.1.7 Planeación del riesgo	14
4.1.8 Recursos humanos	15
4.2 Ejecución del proyecto	16
4.2.1 Compras	16
4.2.2 Proceso iterativo	18
4.3 Monitoreo y control de proyecto	19
4.3.1 Indicadores	19
4.3.2 Control de riesgos	20
4.3.3 Control del cronograma	20

	IV
5 Análisis	21
6 Conclusiones	22
Lista de referencias	23
Referencias	23

Resumen

En el presente trabajo se realiza la planeación, ejecución y control de un proyecto asociado al diseño de un reactor de compostaje, para ello se utiliza como guía el material de aprendizaje del curso internacional virtual Project Management y Liderazgo, en el cual se establecen los recursos necesarios para el desarrollo y éxito de un proyecto. Adicionalmente, como documento de apoyo se utiliza la Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) que ofrece un panorama amplio y detallado en cuanto al manejo de proyectos. Los resultados obtenidos son satisfactorios, puesto que permiten tener una visión del desarrollo del proyecto de sostenibilidad ambiental detallada, además, permite identificar y analizar aspectos como es el alcance, stakeholders, cronogramas, identificación de riesgos e indicadores, entre otros.

Introducción

El presente trabajo es realizado para la mejora de los procesos de planificación, ejecución y control de proyectos, que para este caso es un proyecto enfocado a la sostenibilidad ambiental mediante un dispositivo que transforma la materia orgánica en abono rico en nutrientes. Los reactores de compostajes han sido objeto de estudio para la obtención de abono orgánico en un ambiente controlado (Manson, 2007), además estos presentan un modelamiento matemático que conlleva balances de temperatura, masa y energía (E. Walling y Vaneeckhuate, 2020).

Como primera sección se aborda el planteamiento y formulación del problema, posteriormente, los objetivos del presente trabajo de grado enfocado al manejo de proyectos, luego, se aborda el marco referencia en el que se contextualiza el trabajo, se explican algunos conceptos utilizados, se explica bajo que normativa se realiza el presente trabajo y se dispone de los medios tecnológicos utilizados. Luego, en la cuarta sección del documento se realiza la planeación, ejecución y control del proyecto, en la quinta sección se da paso al análisis de los resultados obtenidos y finalmente se presentan conclusiones.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema

En la actualidad muchos comerciantes, empresarios, emprendedores se enfrentan al cambio constante de la sociedad que viene afectado por problemas políticos, sociales, crisis económicas, ambientales (Gil y Barcellos, 2011), entre otros. Es por ello que el gran reto es mantener la estabilidad de crecimiento de una empresa o negocio.

Para la sostenibilidad de una empresa o negocio no solamente se requiere de saber administrar las cuentas, o distribuir de manera adecuada las utilidades, más allá de eso se requiere administrar los recursos, las buenas relaciones con los empleados, asociados y stakeholders, se debe tener adecuada planeación de mejora constante, administración del tiempo, y manejo de proyectos (UPAEP, 2020). Además, como empresa es fundamental el compromiso con la responsabilidad social empresarial y las dimensiones fundamentales de la sostenibilidad que son el económico, el social y el empresarial (Gil y Barcellos, 2011).

Es por ello que con las habilidades y experiencias adquiridas a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecatrónica se diseña un reactor para la transformación de desechos orgánicos (Compostador), en el cual se aplica la gestión de recursos, tiempo, costos, análisis de riegos, propuesta de valor, planeación, control y ejecución del mismo.

1.2. Formulación del problema

¿Qué pasos y estrategias se deben aplicar para la planeación, ejecución y control al proyecto de un reactor de compostaje de forma que sea sostenible y amigable con el medio ambiente?

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Realizar el planteamiento de la planeación y ejecución del proyecto reactor de compostaje con base en los pilares sociales, económicos y ambientales de la sostenibilidad, además, verificar el cumplimiento de metas y objetivos del proyecto mediante el planteamiento de los procesos de control según el Project Management Institute (PMI).

2.2. Objetivos específicos

- Realizar la planeación del proyecto con base en las metas a corto y largo plazo, teniendo en cuenta además el alcance del proyecto.
- Analizar los posibles riesgos y fallas que se puede presentar en la ejecución del proyecto, además, dar recomendaciones para la solución de problemas que se pueden presentar.
- Definir los indicadores de gestión del proyecto para la mejora continua del reactor de compostaje y junto con ello realizar el control y monitoreo del proyecto.

3. Marco Referencial

3.1. Marco contextual

Día tras día las empresas se enfrentan a grandes retos como lo es la implementación de nuevas políticas monetarias, cambios culturales y sociales, y nuevas leyes o regulaciones estatales (M. Sanabria y Guillermo, 2007), es por ello que para sobrevivir a todos estos cambios y nuevas reglas de juego se es necesario una adecuada gestión de los proyectos de la empresa (Aston, 2021), con esto, se desarrollan cambios en los productos y/o servicios, capacitación constante del personal, cambios en la asignación de recursos, entre otros (Ekon, 2021).

Según (PMBOK, 2017), «Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único». Para que los proyectos de una empresa salgan a flote se hace falta una correcta planeación de los mismos teniendo en cuenta, presupuesto, tiempo, riesgos, equipos de trabajo, líderes, colaboradores, recursos y objetivos a corto y largo plazo.

No solamente hace falta la planeación del proyecto en sí, durante la ejecución del proyecto se requiere prestar total atención a que se estén cumpliendo los tiempos, no se esté excediendo el presupuesto, se deben anticipar los riesgos, mantener la comunicación con los equipos de trabajo y todo lo anterior se realiza midiendo el avance del proyecto con indicadores (UPAEP, 2020).

Para este caso se aplican los conceptos del desarrollo de proyectos a la construcción de un reactor de compostaje como proyecto a largo plazo, en el que se realiza su planeación y ejecución, seguido del control del mismo. El reactor de compostaje consiste en un dispositivo que transforma los desechos orgánicos producidos en una cocina doméstica en compostaje o abono orgánico para plantas y cultivos (Papracanin y Petric, 2017).

3.2. Marco Teórico

Para el desarrollo adecuado de un proyecto de cualquier área, magnitud, alcance y costo se deben seguir procesos generales que conllevan al éxito del mismo, entre estos procesos a seguir se encuentran (PMBOK, 2017):

1. Gestión de la integración del proyecto: en este proceso del proyecto se incluyen diferentes tipos de actividades como identificar, definir, combinar, unificar y coordinar procesos dentro de los grupos de actividades del proyecto, es de vital importancia, pues se unen diferentes áreas de la gestión que son necesarias en el proyecto. Así mismo, dentro de este proceso se encuentran diferentes subprocesos como lo son:

- Desarrollar el acta de constitución del proyecto.
- Desarrollar el enunciado del alcance del proyecto.

- Desarrollar el plan de gestión del proyecto.
- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.
- Supervisar y controlar el trabajo del proyecto.
- Control integrado de cambios.
- Cerrar proyecto.

2. Gestión del alcance del proyecto: aquí se presenta la delimitación del proyecto, esto con el objetivo de que se utilice el esfuerzo requerido en el proyecto, ni más, ni menos, para él ahorre de costos y el alcance de las metas propuestas. En este proceso se tienen los siguientes subprocesos:

- Planificación del alcance.
- Definición del alcance.
- Crear EDT.
- Verificación del alcance.
- Control del alcance.

3. Gestión del tiempo del proyecto: aquí se debe establecer los tiempos que conlleva cada etapa y actividad del proyecto para lograr la conclusión del mismo. Así mismo, se encuentran los siguientes subprocesos:

- Definición de las actividades.
- Establecimiento de las secuencias de las actividades.
- Estimación de los recursos de las actividades.
- Estimación de la duración de las actividades.
- Desarrollo del cronograma.
- Control del cronograma.

4. Gestión de los costes del proyecto: para llevar a cabo el proyecto se debe planificar con anterioridad los supuestos costos que conlleva la ejecución del proyecto, con el objetivo de que el proyecto pueda ser llevado a cabo dentro del presupuesto aprobado. Se presentan los siguientes subprocesos:

- Estimación de costes.
- Preparación del presupuesto de costes.
- Control de costes.

5. Gestión de la calidad del proyecto: para el alcance de los objetivos propuestos, además de seguir un cronograma, se debe seguir también determinadas políticas y estándares de calidad de modo que el proyecto tenga un alto valor de desarrollo. Aquí mismo se contemplan los siguientes subprocesos:

- Planificación de calidad.
- Realizar aseguramiento de calidad.
- Realizar control de calidad.

6. Gestión de los recursos humanos del proyecto: los recursos humanos en un proyecto es importante, pues, los miembros participes del equipo del proyecto son quienes realizarán las actividades en cada una de las etapas del proyecto, se debe asignar las actividades a las personas adecuadas y capaces de cumplir con objetivos, de fácil comunicación, con responsabilidad y orientadas al logro. Así mismo, en cada uno de los equipos de trabajo se debe establecer un líder que de manejo al equipo de trabajo. Se presentan los siguientes subprocesos:

- Planificación de los recursos humanos.
- Adquirir el equipo del proyecto.
- Desarrollar el equipo del proyecto.
- Gestionar el equipo del proyecto.

7. Gestión de las comunicaciones del proyecto: esta área se encarga de gestionar los datos del proyecto, recogerlos, distribuirlos, almacenarlos, y disponer de ellos según sea el requerimiento o necesidad. Esta área contiene los siguientes subprocesos.

- Planificación de las comunicaciones.
- Distribución de la información.
- Informar el rendimiento.
- Gestionar a los interesados.

8. Gestión de los riesgos del proyecto: es la parte encargada de estudiar los riesgos asociados el proyecto con el objetivo de prevenirlos y disminuir la probabilidad de sobrecostos o atrasos que se puedan generar en el proyecto. Con esto se busca de anticipar soluciones a los posibles problemas que puedan surgir y convertirlos en algo positivo. Contiene los siguientes subprocesos:

- Planificación de la gestión de riesgos

- Identificación de riesgos.
- Análisis cualitativo de riesgos.
- Análisis cuantitativo de riesgos
- planificación de la respuesta de riesgos.
- Seguimiento y control de riesgos.

9. Gestión de las adquisiciones del proyecto: al momento de adquirir productos o servicios se debe tener en cuenta la cantidad a comprar, cuándo, donde y como comprar determinada materia prima, esto con el objetivo de documentar y hacer seguimiento a los elementos comprados de forma que no haya pérdidas por mala calidad de productos adquiridos, o fraude dentro del proyecto.

- Planificar las compras y adquisiciones.
- Planificar la contratación.
- Solicitar la respuesta de vendedores.
- Selección de vendedores.
- Administración del contrato.
- Cierre del contrato.

10. Gestión de los interesados del proyecto: esta sección se encarga de las personas u organizaciones que pueden tener una influencia en el proyecto ya sea positiva o negativamente, sin embargo, el objetivo es analizarlo con el objetivo de obtener estrategias para la participación de forma positiva y eficaz en el proyecto.

- Identificar a los interesados.
- Planificar el involucramiento a los interesados.
- Gestionar el involucramiento a los interesados.
- Monitorear el involucramiento de los interesados.

En cuanto al reactor de compostaje, este es un dispositivo que permite la transformación de los desechos orgánicos producto de la preparación de alimentos en un abono orgánico rico en nutrientes que puede ser utilizado en cultivos y plantas de jardín. Como antecedentes tenemos a ZERA Food Recycler, que es un dispositivo que permite la elaboración de abono orgánico en 24 horas mediante un entorno controlado de microorganismos, calor, humedad y aireación (*ZERA food Recycler*, s.f.).

3.3. Marco Legal

El marco legal del presente documento se rige bajo el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), más específicamente, bajo en CONPES 3874 del 2016 con título «Política Nacional Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos» en el cual se expone el manejo adecuado de diferentes residuos sólidos. Según (DNP, 2016) para el caso de los desechos orgánicos, estos representan aproximadamente el 61.5% de los residuos generados en Colombia, y la mayoría de estos residuos son enterrados en rellenos sanitarios al no tener reglamentación y regulación sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Es por ello la importancia del presente proyecto que tiene como punto central la transformación de los desechos orgánicos en un abono amigable para el medio ambiente.

3.4. Marco Tecnológico

Para la realización del presente proyecto, se disponen de las bases de datos dispuestas por la Universidad Militar Nueva Granada, se utilizan recursos de las tecnologías de la información y comunicación para la búsqueda de información en páginas web, blogs, foros, etc. También se tiene un equipo portátil con herramientas ofimáticas y software especializado para la realización del proyecto.

4. Planeación, ejecución y control del diseño de un reactor de compostaje

El presente trabajo se desglosará en tres etapas fundamentales del manejo de proyecto, que son la planificación, control y ejecución del diseño de un reactor de compostaje.

4.1. Planeación del proyecto

Como primera medida se tiene la planificación del proyecto, es importante partir de este punto, pues a partir de aquí se definen diferentes aspectos del proyecto, como es la elaboración del alcance del proyecto, presupuesto asignado, identificación de los Stakeholders, elaboración y desarrollo del plan del proyecto y tácticas y/o estrategias del mismo.

4.1.1. Idea

El proyecto está enfocado en la sostenibilidad ambiental y elaboración de productos amigables con el medio ambiente, para este caso se propone específicamente la elaboración del diseño de un reactor de compostaje que contiene la integración de diferentes áreas de mecatrónica como modelado, control, diseño mecatrónico, microcontroladores y termofluidos. Como primera medida se define las condiciones de que debe contener este dispositivo con base en las necesidades del cliente (Garcia, 2021).

- De fácil uso.
- Capacidad diaria de 1 kg.
- Obtención del producto final de 24 a 48 horas.
- De fácil limpieza.
- Bajo consumo energético.
- Silencioso.
- Asistencia técnica personalizada.
- Sin malos olores.
- No nocivo para la salud.
- De fácil transporte y almacenamiento.
- De bajo costo.
- Amigable con el medio ambiente.
- De poco mantenimiento.

4.1.2. Alcance

El reactor de compostaje transformará los desechos orgánicos en abono orgánico que puede ser usado en plantas y cultivos. El reactor transformará la materia orgánica con la aplicación de calor, oxígenos y humidificación, esto de forma controlada de tal forma que los procesos de desintegración de materia orgánica tengan lugar de 24 a 48 horas.

El reactor tendrá como objetivo ser distribuido en la ciudad de Bogotá D.C, debido a que es un proyecto de alcance regional, de forma más específica el dispositivo está enfocado en cocinas domésticas, debido a que los desechos generados por estas son mucho menores que las producidas por un restaurante, por cuál es adecuado para la capacidad del reactor de compostaje.

El entregable del proyecto será un dispositivo que cumpla con las características mencionadas anteriormente que corresponden a las necesidades del cliente y además, son fundamentadas con base en la sostenibilidad ambiental. El producto final será probado con el objetivo de verificar el cumplimiento propuesto, también deberá contener un manual de uso y un informe final que describa toda la elaboración del reactor con su debida justificación. Como parte excluyente del proyecto será la producción en masa de este dispositivo.

4.1.3. Stakeholders

Los stakeholders son las personas u organizaciones interesadas de forma directa o indirecta en el proyecto actual. La identificación de los stakeholders se realizó mediante el estudio de los interesados externos e internos del proyecto, teniendo en cuenta quien o quienes podrían aportar en la elaboración del reactor de compostaje y las personas interesadas en la obtención del producto final. Además, se tiene en cuenta que los que se denominan stakeholders deben aportar propuestas de valor, información, crítica y conocimiento con el fin de la mejor continua del proyecto. Los stakeholders identificados se presentan en la figura 4.1.

Los resaltados en verde corresponden a los interesados internos y los resaltados en azul corresponden a los interesados externos. Para obtener información de los interesados del proyecto se plantea establecer comunicación directa con el mismo, con esto se obtiene información detallada de lo que le gustaría que tuviera el reactor, opiniones y críticas. Debido a que es un proceso de mejora continua, siempre se es necesario tener información de los interesados y así darle valor agregado al producto.

4.1.4. Desarrollo del proyecto

En esta fase se presente darle organización al proyecto indicando los tiempos y las fechas en las que se debería entregar las diferentes actividades relacionadas con el proceso de diseño del reactor de compostaje.

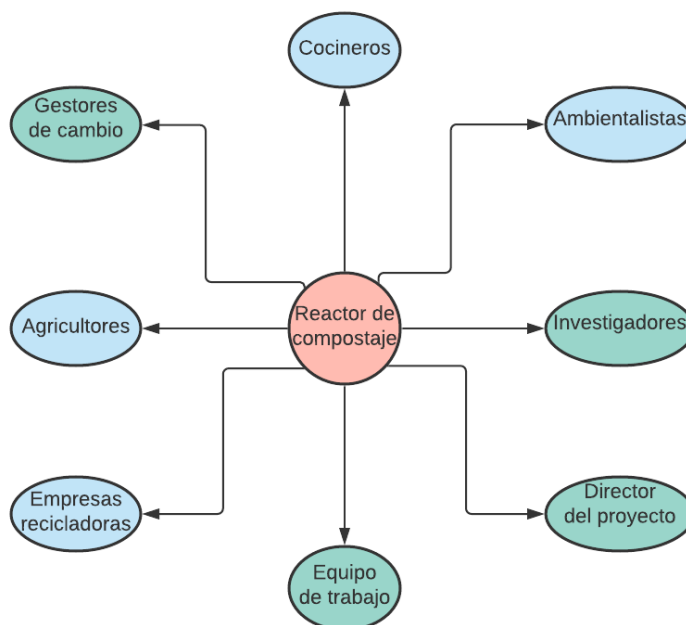


Figura 4.1

Stakeholders del proyecto. Autoría propia.

4.1.4.1. Cronograma. Para la elaboración del cronograma de trabajo se den tener en cuenta diferentes aspectos como lo son los tiempos tomados para actividades de planeación, investigación, documentación, gestión, reuniones, diseño, experimentación, entre otras. Además, se debe prever demoras por diferentes eventos, como se verá más adelante. Así pues, de forma general se propone el cronograma de la figura 4.2.

4.1.4.2. EDT. Para tener mayor organización de los entregables del proyecto, estos se dividen en diferentes secciones, esto facilita el cumplimiento de objetivos debido a que se detalla específicamente las entregas, para ello se propone la creación de una Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT). La EDT propuesta se presenta en la figura 4.3.

4.1.5. Identificación del riesgo

La identificación de los riesgos vienen asociados a aquellos eventos que es probable que ocurra durante alguna etapa del proyecto, estos riesgos por supuesto traen amenazas consigo, sin embargo, de los riesgos se aprende, es por ello que se pueden identificar oportunidades para el proyecto. Con esto se pretende que un riesgo no opaque por completo el panorama del proyecto. Para la identificación del riesgo se debe tener en cuenta:

- Categoría: hace referencia al nivel de ocurrencia del riesgo que va desde un nivel «Ex-

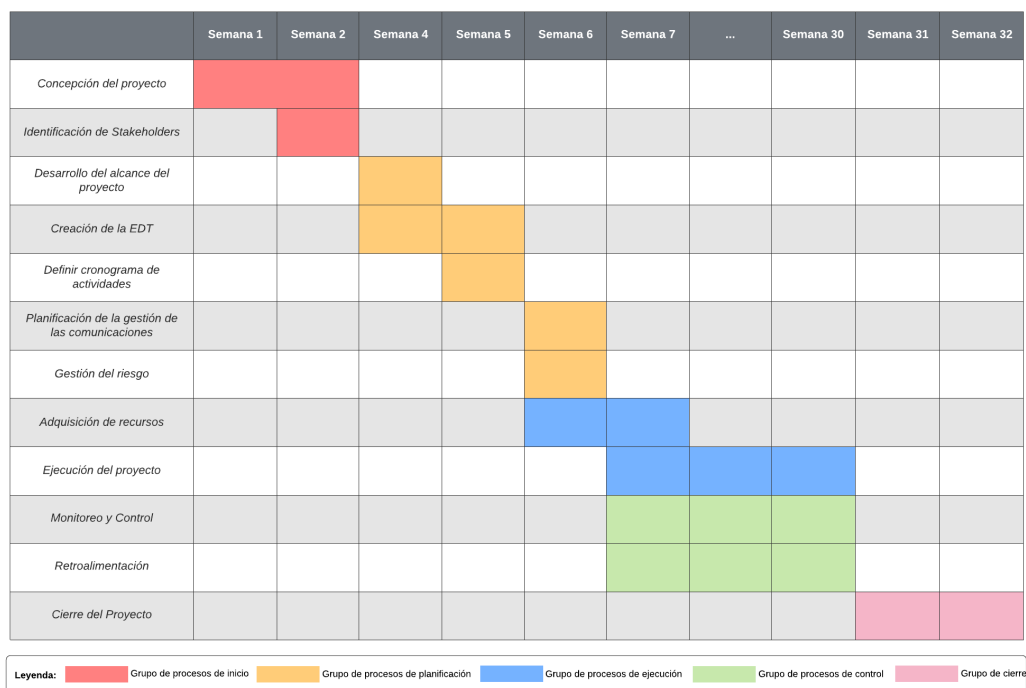


Figura 4.2

Cronograma desarrollado con Diagrama de Gantt. Autoría propia.

tremadamente Alto» hasta un nivel «Remoto» de ocurrencia.

- Causa: es el motivo por el cual es producido el riesgo.
- Evento: es el riesgo asociado a la causa.
- Efecto: nivel de impacto en el proyecto.
- Oportunidades: efectos positivos del riesgo.
- Amenazas: efectos negativos del riesgo.
- Áreas de impacto: es el grupo afectado por el riesgo.

A continuación, en la figura 4.4 se presentan algunos de los posibles riesgos identificados durante la ejecución del proyecto.

4.1.6. Análisis del riesgo

En esta parte se presenta la cuantificación del riesgo, este aspecto es fundamental, pues indica los tiempos que se pueden perder en el manejo del riesgo, así mismo, se identifica a que

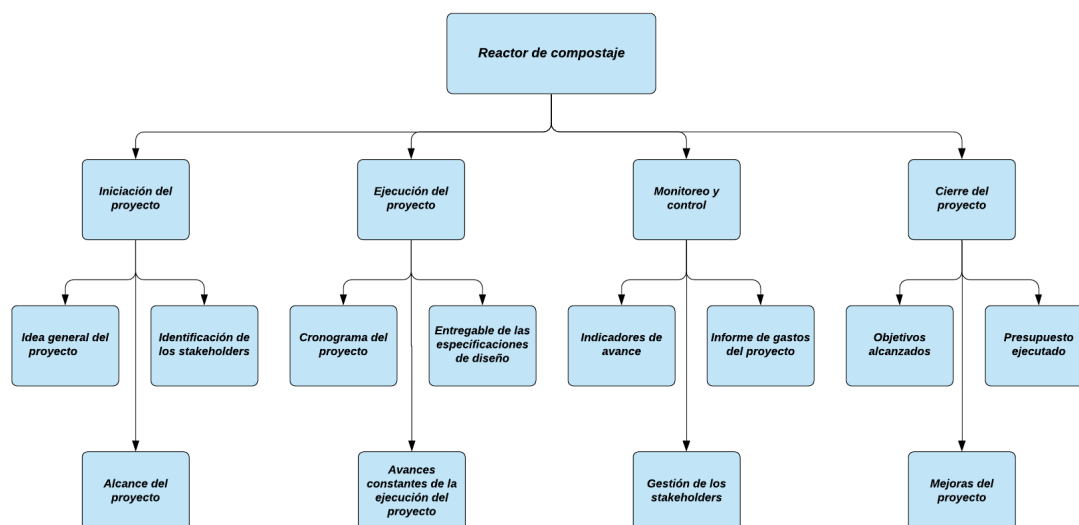


Figura 4.3

Estructura de descomposición del trabajo EDT. Autoría propia.

evento hay que darle mayor prioridad en caso de que suceda para la reducción de costes económicos. En este análisis se presentan los siguientes aspectos:

- Temporalidad: tiempo invertido en la solución del riesgo.
- Probabilidad: indica que tan posible es que se presente cierto riesgo.
- Impacto: es la medida de afectación procedida por el evento del riesgo.
- PXI: es el nivel de gravedad del riesgo, se calcula multiplicando la probabilidad (cuantificable) por el impacto (cuantificable), entre mayor sea el valor, mayor será el nivel de gravedad y prioridad del riesgo.
- Prioridad; es el nivel de atención que se le asigna al riesgo en comparación con otros riesgos.

A continuación, se presenta la figura 4.5 que corresponde al análisis del riesgo en base los riesgos identificados en la figura 4.4.

4.1.7. Planeación del riesgo

Ahora, lo que se busca es darle solución a los posibles riesgos presentes en la elaboración del proyecto para esto se debe hacer una tabla de planificación de respuesta que contiene ítems presentes de la identificación del riesgo y nuevos ítems como lo son:

IDENTIFICACIÓN DE RIESGO						
No.	Categoría	Causa	Evento (Riesgo)	Efecto	Oportunidades/ Amenazas	Áreas de impacto
1	Moderada	Retrasos en la entrega de pedidos	Retraso en la implementación del reactor	Alto	Mejoras en procesos iterativos / Retraso de producción	Ejecución
2	Baja	Materia prima defectuosa	Retraso en la implementación del reactor	Alto	Mejoras en procesos iterativos / Retraso de producción	Ejecución
3	Baja	Abandono del proyecto	Ocasional	Mediano	Mejora en comunicación / Desmotivación	Cualquiera
4	Baja	Daño del producto	Baja	Alto	Mejoras en el reactor / Cliente insatisfecho	Cualquiera
5	Moderada	No obtención de resultados esperados	Atrasos en la implementación	Muy alto	Mejoras en procesos iterativos / Retraso de producción	Ejecución
6	Moderada	Sobrecostos	Falta de materiales para la implementación	Muy alto	Busca de patrocinadores / Fin del proyecto	Cualquiera

Figura 4.4

Riesgos identificados en el proyecto. Autoría propia.

- Respuesta: es la solución dada al posible evento del riesgo.
- Responsable: es la persona o área encargada de la solución del riesgo.
- Impacto económico: es la cantidad de recursos perdidos asociados al riesgo.
- Reserva económica: es la cantidad de recursos asignada en caso de que el evento se presente.
- Documentos relacionados: es la documentación involucrada en el riesgo.
- Riesgo residual: son las afectaciones dejadas por la producción del riesgo.

De acuerdo a lo presentado en la identificación y análisis del riesgo se presenta la planeación del riesgo en la figura 4.6.

4.1.8. Recursos humanos

Esta sección de la estructura del proyecto consiste en la gestión de las personas que realizarán el proyecto en toda su estructura, esta gestión incluye la contratación y capacitación de personas, identificación de líderes, colaboradores, gestores de cambio, personas competentes, entre otros múltiples aspectos. Sin esta área, el proyecto podría caer en manos de personas irresponsables y no preparadas, lo que conllevaría al fracaso del proyecto.

Esta área también se encarga del establecimiento de las políticas de recursos humanos en las que se establecen las reglas para la selección de personal, formas de comunicación, imple-

Análisis de Riesgos							
No.	Temporalidad	Probabilidad (no cuantificable)	Probabilidad (cuantificable)	Impacto (no cuantificable)	Impacto (cuantificable)	PXI	Prioridad
1	1 semana	Mediano	50%	Alto	40%	20%	Media
2	1 semana	Bajo	30%	Alto	40%	12%	Media
3	2 semanas	Mediano	50%	Moderado	20%	10%	Media
4	1 Mes	Bajo	30%	Alto	40%	12%	Media
5	Desde 1 semana hasta 1 mes	Mediano	50%	Muy alto	80%	40%	Muy alta
6	Desde 1 semana hasta 2 mes	Alta	70%	Muy alto	80%	56%	Muy alta

Figura 4.5

Análisis de los riesgos identificados en el proyecto. Autoría propia.

mentación de capacitaciones, todo esto con el objetivo de influir positivamente en el proyecto con un ambiente sano.

Para el presente proyecto las personas a contratar o que llevaran a cabo el trabajo del proyecto deben ser personas ágiles, capaces, creativas, con habilidades blandas, orientadas al cambio, persuasivas, con espíritu de liderazgo, con capacidad de aprendizaje, éticas, orientadas al logro, con iniciativa y manejo del tiempo. Además, deber ser personas con conocimientos en el área de electrónica, mecánica, diseño de sistemas de control, inteligencia artificial, lógica de programación, sistemas embebidos y química según sea el caso y su rol en el proyecto.

4.2. Ejecución del proyecto

Es esta etapa del proyecto se lleva a cabo el plan de trabajo generado en la etapa de planeación del proyecto, así mismo, se retroalimenta la planeación del proyecto identificando posibles falencias en el mismo, sin embargo, se debe tener en cuenta que entre más avanzado se encuentre el proyecto, los costos asociados a los cambios del proyecto son mayores.

4.2.1. Compras

Para la ejecución del presente proyecto se debe tener en claro que se deben adquirir diferentes materiales para su realización, hacer una buena compra no es comprar al mejor precio, hay diferentes pasos que se deben seguir para la gestión de compras, como se presenta en la figura

PLANIFICACIÓN DE RESPUESTA									
No.	Causa	Riesgo	Respuesta	Responsable (s)	Oportunidad/ Amenaza	Impacto económico	Reserva Económica	Documentos relacionados	Riesgo residual
1	Retrasos en la entrega de pedidos	Retraso en la implementación del reactor	Busqueda de nuevos proveedores	Lider de compras	Mejoras en procesos iterativos / Retraso de producción	Bajo	Media	Cronograma	Atraso en tiempos de entrega
2	Materia prima defectuosa	Retraso en la implementación del reactor	Busqueda de nuevos proveedores	Lider de compras	Mejoras en procesos iterativos / Retraso de producción	Medio	Media	Lista de proveedores	Perdida de calidad
3	Abandono del proyecto	Ocasional	Reemplazo del puesto de trabajo	Recursos humanos	Mejora en comunicación / Desmotivación	Medio	Alta	Lista de integrantes y funciones	Incertidumbre de integrantes del equipo
4	Daño del producto	Baja	Asistencia técnica inmediata	Lider técnico	Mejoras en el reactor / Cliente insatisfecho	Medio	Alta	Manual del usuario	Incertidumbre de los clientes
5	No obtención de resultados esperados	Atrasos en la implementación	Busqueda de alternativas de implementación	Director del proyecto	Mejoras en procesos iterativos / Retraso de producción	Alto	Alta	Lista de objetivos y cronograma	Atraso en los tiempos de entrega y sobrecostos
6	Sobrecostos	Falta de materiales para la implementación	Busqueda de patrocinio	Director del proyecto y lider de compras	Busca de patrocinadores / Fin del proyecto	Alto	Alta	Presupuesto	Incertidumbre de los stakeholders

Figura 4.6

Planificación de respuesta de los riesgos identificados en el proyecto. Autoría propia.

4.7.

Para la construcción del reactor de compostaje se es necesaria la adquisición de diferentes materiales necesarios, estos son:

- Filtro de carbón activado.
- Lámina de aluminio.
- Motor.
- Resistencia térmica.
- Ventilador.
- Humidificador.
- Grifo.
- Malla.
- Tornillo sin fin.
- fibra de vidrio.
- Microcontroladores.
- Terminales.
- Cableado.



Figura 4.7

Gestión de compras. Tomado de (InnovaSupliers, 2021)

Estos materiales pueden ser comprados a distintos distribuidores dado su tipo, algunos otros son de construcción, por ejemplo, lo relacionado con electrónica y control puede ser adquirido en www.vistronica.com los cuales ofrecen garantía del producto, además es una tienda oficial y certificada ante la cámara de comercio. Al comprar materiales en sitios no autorizados se está exponiendo a sobrecostos asociados a posibles estafas, productos no garantizados sin trazabilidad, mala calidad, además al no tener una factura confiable, se puede inducir a sobreprecios y corrupción dentro de la organización del proyecto.

4.2.2. Proceso iterativo

Al realizar el diseño del reactor de compostaje se puede encontrar que siempre habrá mejoras por realizar en el mismo, es por ello que se propone el proceso iterativo de diseño, que consiste en diseñar, experimentar, probar y evaluar el producto, esto con el objetivo de ver las posibles fallas asociadas al reactor y así mismo corregir y rediseñar. Por ejemplo, en la figura 4.8, se presenta el diseño iterativo del reactor, en donde del lado izquierdo se tiene la primera versión del reactor y al lado izquierdo se tiene su versión iterativa número 5. Las mejoras apreciables del diseño 1 al diseño 5 son la implementación de espacios para microcontroladores, llave para la expulsión de lixiviados, compuerta inferior para la expulsión del abono orgánico, mayor facilidad de construcción, menor peso, agujero para la expulsión de gases mediante filtro de carbón y sistema de humidificación.

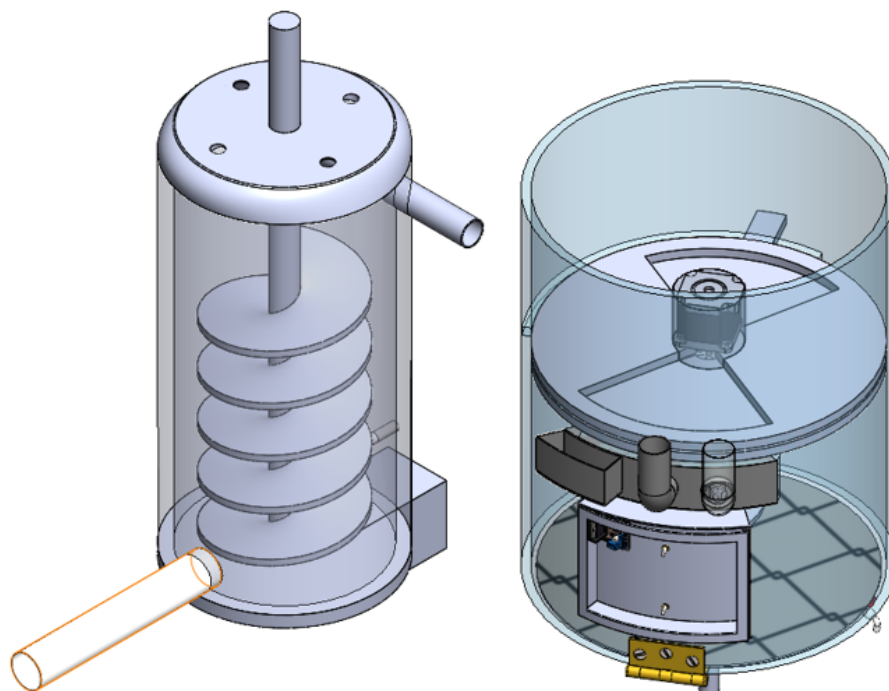


Figura 4.8

Proceso iterativo del diseño del reactor. (Solaque L., Garcia A. y Betancourt D. 2021)

4.3. Monitoreo y control de proyecto

Esta etapa del proyecto se lleva a cabo durante todo el proyecto, pues, durante todo momento se debe llevar total observación y control sobre el desarrollo de actividades del proyecto, con esto, es posible retroalimentar, mejorar y corregir a tiempo las posibles fallas en la ejecución del proyecto.

4.3.1. Indicadores

Para validar el avance del trabajo, su calidad, la productividad del equipo de trabajo se deben utilizar indicadores, estos indicadores dan un panorama de como va el proyecto en diferentes aspectos. Para medir la obtención de objetivos se deben utilizar KPI's como indicadores de gestión (UPAEP, 2020). Lo KPI's propuestos son los siguientes:

- Satisfacción del cliente.
- Satisfacción de los colaboradores.
- Aprovechamiento de oportunidades.
- Eficiencia.

- Cumplimiento de tareas.
- Desempeño de equipo.
- Ejecución del presupuesto.
- Calidad del producto.
- Impacto ambiental

4.3.2. *Control de riesgos*

Ahora, como todo es un mejoramiento continuo del proyecto, las tablas de riesgo deben estar constantemente actualizadas con base en los nuevos posibles eventos que surjan en el proyecto y sean riesgos potenciales para el proyecto. Para ello, se debe tener total documentación de los riesgos presentes y ocurridos del proyecto, plan de solución, plan de respuesta, solicitud de cambios del proyecto con base en los potenciales riesgos y actualizaciones del plan de respuesta e identificación del riesgo.

4.3.3. *Control del cronograma*

El cronograma permite que las actividades asignadas se desarrollen en el tiempo descrito, sin el control de esta herramienta se producen retrasos en la entrega de avances, es por ello, que semana tras semana se debe estar validando el cronograma, realizar cambios pertinentes e informar a las áreas afectadas los retrasos producidos para la continua mejora del proyecto.

5. Análisis

Formular la idea y el alcance permitió delimitar el proyecto de tal forma que se realice el esfuerzo requerido para el cumplimiento de metas y objetivos, debido a que la organización trabaja en pro de alcanzar una meta en el tiempo establecido con los recursos asignados. Además, da una visión general de las herramientas requeridas para el desarrollo de trabajo como por ejemplo, tablas para la identificación del riesgo, cronogramas, EDT, etc.

La identificación de los stakeholders ayuda en gran medida para la mejora continua del proyecto, por ejemplo, al tener una versión prototipada del reactor de compostaje, este puede ser probado mediante un cocinero que indique si cumple con sus funciones y necesidades básicas dentro de una cocina, y por ejemplo, el compostaje maduro producido puede ser distribuido a agricultores para que prueben si este contiene los nutrientes necesarios para sus cultivos y así lograr obtener una retroalimentación para la mejor.

En cuanto al tema de identificación de riesgos nos estamos adelantando a los posibles eventos que puedan ocurrir durante la elaboración del proyecto, con esto prevemos pérdidas de tiempos y recursos, con lo que podemos convertir una amenaza en algo oportuno para la mejora de la organización del proyecto, además, se prevé recursos económicos y humanos para la solución del riesgo.

Gestionar el área de recursos humanos permitió dar un entendimiento al personal que se necesita para la consolidación de este tipo de proyectos, no es solamente contratar equipo que tenga amplio conocimiento en un tema en específico (Saber conocer), si no, que tenga la disposición, la proactividad y la orientación al logro (Saber hacer) y finalmente, que contenga transparencia, confiabilidad y ética para con el equipo de trabajo (Saber ser).

La gestión de compras permitió abrir el panorama a posibles compradores y distribuidores, esto mejora la competitividad, reduce los costos, mejora la calidad de suministros y se reducen riesgos por un posible mal proveedor. El seguimiento de los pasos propuestos en la gestión de compras presentado en capítulo anterior también da una vía segura a la selección de proveedores y reducción de riesgos.

El proceso iterativo de diseño permite mejorar en gran medida los diseños realizados para el reactor de compostaje, con esto también se optimizan variables del proceso como tiempo, peso, calidad, energía, transporte, forma y costos. La documentación de estos diseños también permite que más adelante se retome una versión preliminar del diseño en caso de que el reactor quede por un camino sin salida (Imposibilidad de construcción por costos o materiales).

La realización de la etapa de monitoreo y control del proyecto da lugar a ampliar la visión en cuanto a como se deben medir los avances del proyecto, la productividad y los logros obtenidos en la realización del proyecto. Además, esta etapa se retroalimenta a la planificación para la mejora continua de los procesos y realizar cambios según sea pertinente.

6. Conclusiones

De forma general, la aplicación de los modelos sugeridos por el PMBOK permitió realizar con éxito la estrategia de consolidación para la planeación, ejecución y control del proyecto del diseño de un reactor de compostaje. Aplicar las técnicas del manejo de proyectos fue fundamental pues permitió dar entendimiento y concepción al proyecto, lo que lo conllevará al éxito.

La identificación del riesgo fue fundamental, pues se prevén y se le dan soluciones a tiempo, además abre un panorama de posibilidades a los riesgos que nos enfrentamos, desde eventos externos (económicos, sanitarios, ambientales, etc.) hasta eventos internos (demoras de proveedores, abandono del puesto de trabajo, sobrecostos, etc.).

Se entendió que el manejo de proyectos es necesario en toda línea de trabajo, esto permite proyectos organizados, productivos, con calidad en el trabajo que se realiza, además, se promueve un ambiente sano en la organización en donde todo se lleva de acuerdo a los tiempos establecidos, con una adecuada comunicación y con los mejores profesionales en el área con habilidades en cada uno de los saberes del ser humano (Saber ser, saber hacer y saber conocer).

Referencias

- Aston, B. (2021, Enero). *¿qué es la importancia de la gestión de proyectos?* <https://thedigitalprojectmanager.com/es/por-que-es-importante-la-gestion-de-proyectos/>. (Accedido en Septiembre de 2021)
- DNP. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. Descargado de <https://cutt.ly/UWNAIYy> (Accedido en septiembre de 2021)
- Ekon. (2021, Marzo). *¿qué es la mejora de procesos y cómo ayuda a las empresas?* <https://www.ekon.es/mejora-de-procesos-empresas/>. (Accedido en Septiembre de 2021)
- E. Walling, A. T., y Vaneeckhuate, C. (2020). A review of mathematical models for composting. *Waste Manage.*
- García, A. (2021). *Aplicación del modelo de gestión de la innovación para la comercialización de un reactor de compostaje controlado* (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada.
- Gil, A., y Barcellos, L. (2011). Los desafíos para la sostenibilidad empresarial en el siglo xxi. *Revista Galega de Economía.*
- Manson, I. (2007). *A study of power, kinetics, and modelling in the composting process* (Tesis de Doctorado). University of Canterbury.
- M. Sanabria, A. H., J. Saavedra, y Guillermo, A. (2007). *Desafíos actuales de las empresas en Colombia* (Inf. Téc.). Universidad del Rosario. Descargado de <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/3396>
- Papracanin, E., y Petric, I. (2017). Mathematical modeling and simulation of the composting process in a pilot reactor. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia And Herzegovina.*
- PMBOK. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (6th ed.). Project Management Institute, Inc.
- UPAEP. (2020). Diplomado virtual project management y liderazgo. *Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.*
- Zera food recycler. (s.f.). Descargado 2021-08-25, de <https://wlabsinnovations.com/products/>