



PROYECTO DE GRADO

**APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS DE LA GUIA PMBOK EN EL CONTROL
Y MONITOREO EN LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES PTAR PALMIRA (VALLE DEL CAUCA)**

JOHN ALEXANDER CARRILLO BARRAGAN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C., NOVIEMBRE DE 2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Generalidades

2.1. Línea de Investigación

2.2. Planteamiento del Problema

2.2.1. Antecedentes del Problema

2.2.1.1. PTAR en Antioquia

2.2.1.2. PTAR en Bogotá

2.2.1.3. PTAR en Palmira

2.2.1.4. Antecedentes del PMBOK

2.2.1.5. Antecedentes de la Metodología PMI en Colombia

2.2.2. Pregunta de investigación

2.3. Justificación

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

2.4.2. Objetivos Específicos

3. Marco Referencial

3.1. Marco Conceptual

3.2. Marco Teórico

3.3. Marco Geográfico

3.4. Marco Técnico

3.5. Marco Ambiental

3.6. Marco Jurídico

3.7. Marco Demográfico

4. Metodología

4.1. Fases del Trabajo a desarrollar

4.2. Estudio del Caso

4.3. Alcance y Limitaciones

4.3.1. Alcance

4.3.2. Limitaciones

4.4. Instrumentos o Herramientas Utilizadas

4.4.1. Instrumentos Tecnológicos o Digitales

4.4.2. Instrumentos Intelectuales

4.5. Áreas Involucradas en el desarrollo del Proyecto

4.5.1. Área Operativa en obra

4.5.2. Área Administrativa

4.5.3. Área de Calidad

4.5.4. Área de Gestión

4.6. Cronograma de Proyecto

4.7. Presupuesto de Proyecto

5. Productos a Entregar

5.1. Entradas en el Proceso de Monitoreo y Control del Proyecto

5.1.1. Presupuesto de Obra

5.1.2. Cronograma de Obra

- 5.1.3. Curva “S” Flujo de Caja Semanal
- 5.2. Salidas en el Proceso de Monitoreo y Control del Proyecto
 - 5.2.1. Informe de Avance de Obra Diario
 - 5.2.2. Informe de Seguimiento Semanal
 - 5.2.3. Informe de Seguimiento Mensual
- 6. Descripción de Resultados Esperados e Impactos**
 - 6.1. Aporte de los Resultados a la Gerencia de Obras
 - 6.2. Como Responde a la Pregunta de Investigación
 - 6.3. Estrategias de Comunicación y Divulgación
 - 6.3.1. Etapa de Recopilación
 - 6.3.2. Etapa de Análisis
 - 6.3.3. Etapa de Resultados
- 7. Conclusiones**
- 8. Bibliografía**
- 9. Anexos**

TABLA DE IMAGENES

1. Avance de Facturación Acumulado de PTAR Salitre en Septiembre 2019.
2. Distribución de la Contratación Según Sector Económico en el Municipio de Palmira.
3. Distribución del Rubro para Contratación en el Municipio de Palmira.
4. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Funcionales en Colombia.
5. Funcionamiento Técnico por el cual Funcionara la PTAR Palmira.
6. Imagen en 3D de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
7. Localización donde se Desarrollará la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
8. Descarga Final del Agua Tratada al Rio Cauca.
9. Localización del Municipio de Palmira.
10. Cronograma del Proyecto.
11. Ejemplo de Curva "S"

LISTA DE TABLAS

1. Tabla de Leyes Constitucionales para la Protección del Medio Ambiente.
2. Tabla de condiciones Jurídicas del Contrato.
3. Tabla Presupuesto Oficial PTAR Palmira.
4. Tabla Presupuesto del Proyecto.
5. Tabla Proceso de Control y Monitoreo según PMBOK

ABSTRACT

The project is part of the PMI methodology and its development focuses on the adequate control and monitoring that must be done on site. The PTAR (Wastewater Treatment Plant) for the Municipality of Palmira in the Valle del Cauca is taken as a reference.

The main reason for implementing the methodology is to fulfill the scope of the contract, also lower the cost overruns and meet the execution times. Currently the construction company presents gaps in its administrative and technical management plan, this project offers alternatives that can enhance good management and increase profits by taking the PMBOK as a guide.

To conclude the project, the appropriate methodology is established within the quality plan of the construction company. In addition, the annexes are clarified as; the monthly reports that will help decision making.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de grado se enmarca dentro del lineamiento organizacional que se presenta en la ejecución de proyectos civiles, específicamente en el proceso de control y monitoreo que se hace en obra. El anterior escenario puede ocasionar pérdidas y detrimento al presupuesto oficial, lo que se busca es mitigar la problemática implementando metodologías que ayuden a optimizar los recursos y potencializar la parte financiera.

Para lograr dicho objetivo se piensa diseñar e implementar un procedimiento que permita mejora continua en el control de obra, y que además suministre información verídica y veraz en tiempo real durante el proceso de ejecución. Con lo anterior, se busca analizar y tomar decisiones que ayuden a mejorar la técnica, tiempos y métodos durante la construcción del proyecto.

Lo importante para el desarrollo del proyecto es obtener información que ayude a la toma de decisiones, además que su principal razón sea el cumplimiento de los tiempos establecidos para la ejecución. Comparar el valor ejecutado de obra en un período determinado versus valor estimado o presupuestado sobre la misma línea de tiempo.

Por último plantear métodos de seguimiento y control que permita al constructor de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR del Municipio de Palmira, Valle del Cauca, establecer criterios de evaluación durante el proceso de construcción que permitan determinar el éxito del proyecto.

2. Generalidades

2.1. Línea de Investigación

Se basará en la buena gestión gerencial integral y dinámica para una organización que ejecuta Proyectos civiles. Este proyecto está fundamentado dentro de los parámetros lineales de una organización, que busca establecer una gestión adecuada en la administración, seguimiento y control para el proyecto de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR en el municipio de Palmira, Valle del Cauca.

2.2. Planteamiento del Problema

En la actualidad el contratista designado como ejecutor de obra de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, desconoce la metodología PMBOK, y de la misma manera omite las ventajas que puede ofrecer en la gestión administrativa y técnica para un proyecto.

Por la ausencia de metodologías la empresa no tiene claridad de los riesgos que se presentan en la etapa ejecución, supervisión y monitoreo de obra, debido a lo anterior expuesto se recurre al sobre costos y la mala toma de decisiones que afectan directamente al proyecto.

2.2.1. Antecedentes del problema

La construcción de sistemas de tratamientos de aguas residuales en Colombia es una práctica reciente relativamente, este tipo de estructuras tiene sus inicios aproximadamente hace 30 a 40 años. **Colombia trata el 10% de las aguas residuales a pesar de contar con una capacidad instalada que alcanzaría el 20%.** Según un estudio de UNICEF del año 2016, una cuarta parte de los municipios de los 21 departamentos analizados cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales.

En el país existen actualmente 562 sistemas instalados en diferentes municipios del país. Lamentablemente, no todos los sistemas tratan la totalidad del agua residual producida: se estima que solo un 10% de los sistemas construidos tienen un adecuado funcionamiento. La tendencia en cuanto a sistemas de tratamiento de aguas en Colombia es la utilización de **tratamientos secundarios, como la construcción de lagunas de estabilización (44%), sistemas de aireación extendida (9.4%) y filtros biológicos (7%).**

Para aclarar la situación en Colombia se toma de referencia varios ejemplos que dan una visión general, de costos, duración y aspectos generales que sirven de referencia para el proyecto a desarrollar en La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR para el Municipio de Palmira y son los siguientes;

2.2.1.1. PTAR en Antioquia.

Un ejemplo de tratamiento de aguas en Colombia es la modernización de la **planta de San Fernando**, situada en el municipio de Itagüí y con una inversión de \$ 42.000 millones, en su construcción se presentó un sobre costo del 5.8% del valor inicial. **Esta planta recibe para su tratamiento las aguas industriales y residenciales de Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y parte del sur de Medellín.** San Fernando efectúa un tratamiento secundario y remueve entre el 80 al 85% de la contaminación del agua antes de devolverla al río Medellín. Otra planta de tratamiento es la de Bello más conocida como **Aguas Claras** con una inversión del 1.6 billones de pesos, con financiación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), aunque presentó un sobrecosto del 1.3% y un retraso de 4.5 meses, se considera un éxito de la ingeniería del país. Ubicada en el norte del Valle de Aburrá, que recibe las aguas residuales de Medellín y ayudará también a sanear el río de la ciudad. En términos operativos, la planta de Bello triplicará a la de San Fernando. Ambas alcanzarán un cubrimiento global del 95 % de las aguas que se vierten al río.

2.2.1.2. PTAR en Bogotá.

Por otra parte, la ampliación y optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, PTAR Salitre Fase II, hace parte del plan de saneamiento y recuperación del Río Bogotá. Este proyecto, liderado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), es de gran importancia para la comunidad y el medio ambiente, ya que **tratará un volumen de 7.0 m³ de agua por segundo e impedirá que un promedio de 450 toneladas mensuales** de basuras llegue al río.

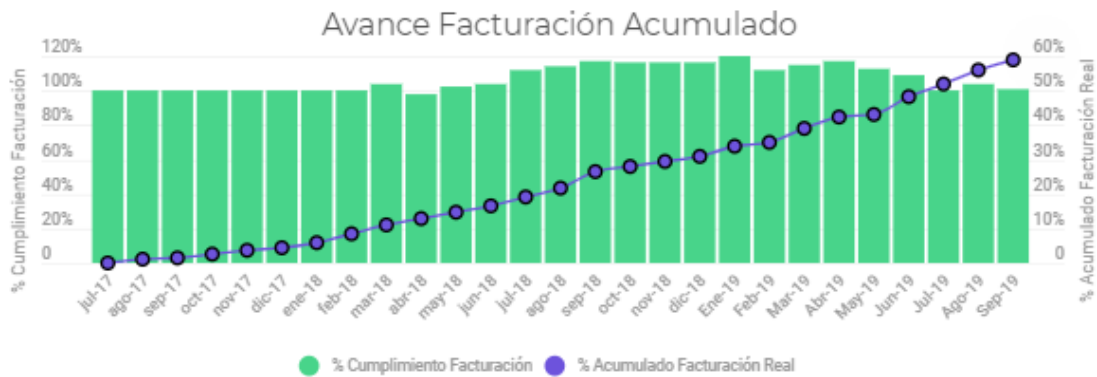


Imagen 1

fuelle: ptarsalitre.com.co

El proyecto de ampliación y optimización de la PTAR Salitre que **tendrá un costo de 430 millones de dólares**, a través de un préstamo con el Banco Mundial, permitiendo que a las aguas del norte y centro de la ciudad se les dé un tratamiento secundario con desinfección de las aguas residuales y se logre tratar 7,1 metros cúbicos por segundo.

2.2.1.3. PTAR en Palmira

El municipio de Palmira es el más grande del Departamento de Valle del Cauca, con más de **300.000 habitantes**, pero no cumplían con el Plan de Saneamiento Básico del Municipio, por lo anterior en el año 2016 se autorizó la construcción de la PTAR, incluyéndola en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio, POT. **Con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC**, se fortalece importancia de la obra buscando mitigar la contaminación del río Palmira y otros afluentes, por vertimientos generados en la red de alcantarillado y aguas lluvias. El sitio asignado a través de una cesión del gobierno nacional, es un lote de ocho hectáreas ubicado en la actual sede del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. De esta forma, el Municipio cumple con los requisitos exigidos por la norma, entre los cuales se destaca el uso del lote para fines de preservación del patrimonio ambiental.

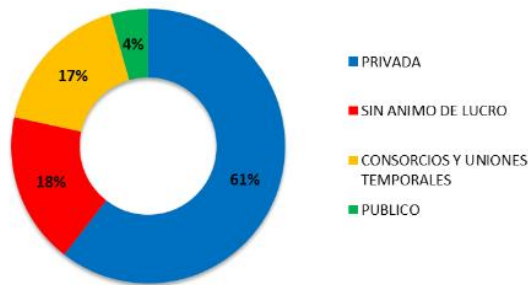


Imagen 2

fuelle: SIA Observa 2017

La anterior imagen muestra que, el año 2017 el mayor sector en cuanto a contratación e inversión en el municipio de Palmira fue el **sector privado con un 61%**, seguido por empresas sin ánimo de lucro con un 18% y en **tercer lugar consorcios, uniones temporales y concesiones con un 17%** y por último el **sector público con el 4%**. Se puede concluir que la necesidad de generar buenas prácticas de control y monitoreo a los presupuestos es esencial para el éxito y beneficio del Municipio.

En la siguiente imagen (3) muestra el rubro que se invirtió en el Municipio de Palmira para el año 2017, con un valor total de **\$ 74.196.853.600**, en donde se resalta que la contratación directa fue la de más alta del presupuesto, por ese motivo se debe llevar un control al gasto y así evitar detrimento a las arcas.

- La contratación directa superó a la licitación pública en \$27,022 millones (134%).



Contratación directa 64%

Licitación pública 27%
Otros 9%

MODALIDAD	VALOR
Contratación Directa	\$ 40.535.051.999
Licitaciones Públicas	\$ 20.216.204.332
Régimen Especial	\$ 6.641.893.517
Mínima Cuantía	\$ 3.319.058.136
Selección Abreviada	\$ 2.329.322.116
Concurso de Méritos	\$ 1.093.931.500
Invitación Directa	\$ 61.392.000
Total general	\$ 74.196.853.600

Imagen 3

fuelle: SIA Observa 2017

2.2.1.4. Antecedentes del PMBOK

Se viene adoptando nuevos métodos que ayuden a crear un mayor control en los gastos presupuestales, entre esos se encuentra la metodología PMBOK. Esta surge inicialmente como un reporte o intento por documentar y homologar las prácticas e información de administración de proyectos aceptados. Su primera edición fue publicada en 1996, seguida por otra en el 2000, las siguientes en el 2004, 2008, 2013 y la sexta edición en 2017. Este documento es referencia esencial para todos los vinculados en proyectos a ejecutar. Actualmente se ha convertido en un estándar global para la industria que busca mejorar la gestión administrativa.

2.2.1.5. Antecedentes de la Metodología PMI en Colombia

En el sector privado se presenta antecedentes de hace más de **20 años** por un pequeño grupo de gerentes de proyectos comprometidos con el ejercicio de la profesión en el país. A lo largo de estos años, el capítulo Bogotá es uno de los más importantes de la región, dentro de los más grandes, maduros y consolidados, siendo además siempre un punto de referencia para los demás líderes de la región.

La dinámica gerencial gana cuando se dirige al menos una parte de la compañía por proyectos, que como lo afirma **Germán Bernate, presidente del Project Management Institute, capítulo Colombia (PMI)**, "es un modelo que permite aumentar la eficiencia en términos de tiempos de ejecución, alcance, especificaciones de calidad, beneficios y costos, acorde con el presupuesto aprobado".

Como es el caso de **la marca Off Corss de la empresa colombiana Hermeco**, que consiguió unas **mejoras de casi el 30%** en el nivel de eficiencia y cumplimiento de objetivos concretos que se alinean con el negocio. Los resultados se reflejan en el aumento de la rentabilidad, beneficios entregados, cumplimiento en los tiempos, calidad, satisfacción de los involucrados y una baja del presupuesto asignado.

En Colombia se está realizando la tarea con juicio y entusiasmo. **El problema radica en la falta de método para medir el riesgo y los alcances de los proyectos**, perdiendo tiempo y desfasándose en los presupuestos. "Las mejores prácticas de gerencia de proyectos se dirigen a una compañía o a la capacidad del país de administrar y prever con certeza costos, tiempos, riesgo, calidad y seguridad.

Cuando la dirección proporciona estos elementos permiten un país que apoye y aumente su infraestructura e inversión y al mismo tiempo facilite la competitividad creciente en el mercado global, las exportaciones en aumento y el abastecimiento de una balanza comercial más favorable", expone la colombiana Yamile Cendales, fundadora y presidente de Ringstones Consulting International, en Houston, y miembro de la junta de PMI.

2.2.2. Pregunta de investigación

¿Cómo hacer un mejor control y monitoreo a las actividades de ejecución para la construcción de la Planta de tratamiento de aguas residuales **PTAR** para el municipio de Palmira Valle del Cauca, implementando **la metodología PMBOK?**

2.3. *Justificación*

El presente proyecto se realiza con el fin de apoyar y establecer herramientas que afirmen a la buena gestión y que sirvan de guía para futuras obras;

- Poder implementar los conocimientos adquiridos con referencia al método **PMBOK**, además que **sirva con guía para proyectos futuros** que busquen la adecuada gestión administrativa y gerencial donde la consigna sea optimizar los costos de obra y tiempos de ejecución.
- La empresa que ejecutará las obras civiles para la construcción de la PTAR, ha implementado dentro de su plan de gestión administrativa y gerencial una metodología basada en; experiencias en obras similares y referencias de profesionales. Dichos procedimientos pueden presentar vacíos que el **PMBOK puede re potencializar y de esa manera generar técnicas que mejoren tiempos, costos y calidad**
- Al implementar la metodología PMBOK busca como primera medida **optimizar el recurso financiero con la mejora en la toma de decisiones** sobre la ejecución de la obra de la PTAR para el municipio de Palmira, Valle del cauca.

La empresa ejecutora de la PTAR cuenta con una dirección administrativa y técnica que tiene varios años de experiencia en el sector de la construcción, pero a pesar de lo anterior tiene dentro de sus objetivos empresariales la innovación e implementación de nuevas tendencias que ayuden a mejorar sus procesos.

Durante el proceso de seguimiento y control que realizara El Consorcio PW de la obra, se hace necesario tener en cuenta las características del proceso constructivo, que se rigen bajo los parámetros de la normatividad vigente en el territorio nacional. El gerente del proyecto dentro de las obligaciones debe **presentar periódicamente el balance presupuestal de obra**, sustentando las actividades ejecutadas en el periodo versus las programadas. Por lo tanto, la metodología aplicada con PMBOK hará que la recopilación de información sea más clara y eficiente para poder realizar dichos informes periódicos.

Con todo lo anterior expuesto, se hace necesario diseñar un procedimiento que permita plasmar la información técnica necesaria del proyecto, además de la presupuestal en periodos regulares y establecidos. Como resultado se obtiene el porcentaje de avance de obra de cada actividad, tiempo estimado de finalización y valor del contrato, logrando agilizar los tiempos de revisión, mejorando los tiempos de entregas, relación de pagos, optimización del personal administrativo y técnico, teniendo en cuenta que al diseñar y alimentar las bases de los procedimientos de una forma acertada y responsable permitirá avanzar en procesos administrativos y financieros. Sin embargo, **será necesario capacitar el personal profesional del contratista lo que permitirá reducir costos de operación.**

2.4. Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Implementar **metodología PMBOK para los procesos de control y monitoreo** en la ejecución de las obras civiles en la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR del Municipio de Palmira, Valle del Cauca.

2.4.2. Objetivos específicos

- Realizar e implementar un proceso dentro del plan de calidad del proyecto, enfocado al adecuado control y monitoreo que permita al constructor, establecer criterios o estándares de evaluación durante el proceso de ejecución de obras civiles.
- Analizar los resultados arrojados por el proceso de control y monitoreo de la metodología PMBOK, para después realizar un informe que haga **las recomendaciones más favorables para el proyecto.**
- Examinar las actividades propias del proyecto (**Presupuesto de obra**) para realizar observaciones que ayuden a mejorar los procedimientos (**curva “S”**) y así aumentar las posibilidades de generar buenos rendimientos financieros y técnicos.
- Analizar la programación de obra, verificando la secuencia constructiva y los tiempos que se establecieron para ejecutar, dando como resultado la guía con la cual se realizara el control y monitoreo.
- Implementar la técnica de valor ganado que aportara información vital y de esa manera realizar proyecciones que servirán para saber si se lograra el alcance del contrato o por el contrario se deberá hacer cambios dirigidos a lograr el éxito.

3. Marco de Referencia

3.1. Marco Conceptual

La metodología de PMI para el control de obra, se regirá bajo los siguientes marcos conceptuales, aclarando que busca establecer técnicas que beneficien el proyecto bajo los criterios técnicos y financieros.

Proyecto: Es un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas con un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. De estos conceptos, se evidencia que la razón de un proyecto es alcanzar resultados o metas específicas dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definido.

Gestor de proyectos: Persona encargada a un proyecto con responsabilidad directa en los resultados y autoridad suficiente para desarrollarlo.

Equipo de Trabajo: Es un grupo de personas con habilidades profesionales que están comprometidas con un propósito común y buscan el éxito del proyecto asumiendo responsabilidades.

Planificación: Es una Etapa donde se planea la ejecución de un proyecto antes de su inicio. Consiste en determinar qué se debe hacer cómo debe hacerse, quién es el responsable de que se haga y por qué.

Plan de trabajo: Es un documento que incluye todas las actividades necesarias para realizar el proyecto, su definición y los resultados de las mismas, los recursos a asignar a cada una de ellas, duración y secuencia.

Presupuesto: Es un cálculo, planificación y formulación anticipada de los costos y gastos que va incurrir un proyecto expresado en términos financieros, el cual debe cumplirse en determinado tiempo.

Costo: Valor monetario de un conjunto actividades que comprende un proyecto, cuya presencia es fundamental para realizar y terminar la actividad.

Costo Presupuestado: Son costos programados o calculados para un periodo futuro que se le establece al proyecto a desarrollar y del cual será la guía para el control financiero.

CPTP Costo Presupuestado del Trabajo Planificado (BCWS): Compara la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado con la estimación realizada antes del comienzo del proyecto. De este modo, se tiene una medida de cuánto trabajo se ha realizado, cuanto queda para finalizar el proyecto y aplicar el esfuerzo necesario para finalizar el proyecto.

CPTR Costo Presupuestado del Trabajo Realizado (BCWP): La suma de los costos estimados aprobados para ser ejecutados durante un periodo establecido a través de una programación.

CRTR Costo Real del Trabajo Realizado (ACWP): Es el costo en que realmente se ha incurrido al realizar los trabajos en un periodo dado. La desviación de calendario: es desviación porcentual del costo presupuestado del trabajo realizado o CPTR (BCWP) respecto del costo presupuestado del trabajo planificado o CPTP (BCWS), negativa cuando el CPTP – Costo Presupuestado del Trabajo Planificado (BCWS) es mayor que el CPTR – Costo Presupuestado del Trabajo Realizado (BCWP).

ICCO Índice de Cumplimiento de Costos Presupuestados (CPI): Es el resultado entre el Costo Presupuestado del Trabajo Realizado o CPTR (BCWP) y el Costo Real del Trabajo Realizado o CRTR (ACWP).

ICCA Índice de Cumplimiento del Calendario Planificado (SPI): Es el resultado entre el Costo Presupuestado del Trabajo Realizado o CPTR (BCWP) y el Costo Presupuestado del Trabajo Planificado o CPTP (BCWS).

EDT Estructura de Desglose del Trabajo (WBS): Agrupamiento tareas y actividades orientado a entregables de componentes, que organiza y define el alcance total del proyecto. El trabajo que no esté considerado en el WBS se considera fuera del alcance del proyecto. Cada elemento en el WBS generalmente es asignado a un identificador único. Este identificador puede proveer una estructura para la sumatoria jerárquica de recursos de costos. Debe de usarse para verificar el trabajo del proyecto.

Calendario del Proyecto: Herramienta por la cual se dará una duración a cada una de las actividades que tiene el proyecto, se compone de un calendario en días o turnos laborales donde se establece fechas en las cuales se realizan los trabajos.

PERT (Red de Actividades): Es un sistema de análisis de red de tiempo y ejecución, el cual se relacionan las diversas actividades del proyecto con el tiempo planeado para cada uno, estas se conectan entres si para generar un tiempo ejecución final.

Método del camino crítico: Técnica que analiza el cronograma del proyecto identificando la ruta por la cual da como resultado la duración final. El método arroja la fecha de inicio y finalización las cuales no se pueden modificar.

Control: Es una metodología que establece una forma de registrar los rendimientos ejecutados versus con el rendimiento planificado, también permite analizar las variaciones y posibles escenarios de riesgo, ajustar las alternativas posibles y realizar acciones correctivas apropiadas según la etapa de ejecución.

Gestión de la Calidad: Son procesos establecidos para asegurar que el proyecto cumpla con los objetivos por los cuales se implementó y se dio su viabilidad. Se compone de técnicas en dirección de proyectos Planificación y control, buscando el aseguramiento de Calidad.

Gestión de proyectos: ciencia de la buena administración que trata de planificar y controlar proyectos. Es una aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de los proyectos para satisfacer los requisitos de los clientes.

PMBOK (Project Management Body of Knowledge): Es una metodología con reconocimiento internacional. Su principal ideología es transmitir conocimiento, habilidades, herramientas, y técnicas que buscan llegar a cabo un proyecto en términos satisfactorios.

Proceso: Conjunto de actividades o eventos que se realizan y que arrojan con resultado un producto (alternativa o simultáneamente) con un determinado fin.

Subestructura, actividad o paquete de trabajo: También se le conoce como EDT (WBS) Estructura de Desglose del Trabajo del proyecto que puede ser asignado a un centro de trabajo o unidad organizativa para su realización.

Programa: Conjunto de tareas o procedimientos que tienen una secuencia ordenada, necesarios para obtener un producto final, normalmente respaldado por capital y presupuestos de operación.

Sistema: Conjunto integrado de componentes interdependientes o que interactúan regularmente, creado para alcanzar un objetivo definido en este caso un proyecto, tiene relaciones definidas y continuas entre sus componentes, que al formar un todo produce y funciona mejor. Los sistemas pueden estar basados en un proceso físico, en un proceso de gestión, o una combinación de ambos. Los sistemas para la dirección de proyectos están formados por procesos, técnicas, metodologías y herramientas de dirección de proyectos operadas por el equipo de dirección del proyecto.

3.2. Marco Teórico

Para este proyecto se empleará **la Metodología PMBOK para el control y monitoreo de obra**. Se busca establecer un modelo guía que preste ayuda para proyectos futuros que estén enfocados en obras civiles. Además, crear hábitos que ayuden al personal para mejorar el control y monitoreo en obra. Establecer conceptos corporativos innovadores que ayuden a evaluar, ajustar y promover un proyecto dando generalidades de riesgos posibles y con esto evitar sobre costos en las obras, lo anterior, **deberá quedar plasmado dentro del plan de calidad de la obra de la PTAR y de la empresa constructora patrocinadora**.

PMBOK es un instrumento desarrollado por el **Project Management Institute** (o PMI), que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos a su turno en 5 macro procesos generales, goza de un reconocimiento internacional en lo que a estándares de gestión, administración y dirección de proyectos se refiere.

Los macroprocesos de la guía PMBOK

La guía PMBOK identifica 5 macroprocesos en los que se incluyen los 47 procesos estándares que intervienen en cualquier proyecto:

- **Inicio:** conformado por 2 procesos menores, cuyo fin es definir un nuevo proyecto o una nueva fase de ejecución del mismo, y obtener la autorización necesaria para llevarlo a cabo.
- **Planificación:** este macroproceso incluye 24 procesos destinados a la concreción y el establecimiento de objetivos, y al diseño de las estrategias más adecuadas para lograr su consecución.
- **Ejecución:** incluye 8 procesos implicados en el correcto desempeño, acorde a la estrategia adoptada, de las actividades definidas en el proyecto para la consecución de los fines establecidos.
- **Control y monitorización:** once procesos se inscriben en este macroproceso, todos ellos relacionados con la supervisión y la evaluación del desempeño del proyecto.
- **Cierre:** último macroproceso, formado por dos procesos menores, que cierra el proyecto en su totalidad o alguna fase del mismo refiriendo el grado de aceptación y la satisfacción con el resultado obtenido.

3.3. Marco Geográfico

El proyecto se desarrollará en Palmira, se encuentra **localizada en la región sur del departamento del Valle del Cauca**, Colombia. Su cabecera está situada a 3° 31' 48" de latitud norte y 76° 81' 13" de longitud al oeste de Greenwich. El municipio de **Palmira cuenta con una superficie de 1.123 Km²**, de los cuales 370 Km² corresponden al piso térmico cálido, 234 Km², al templado; 231 Km², al frío y 288 Km², al páramo.

En el último censo realizado en Colombia en el año 2005, Palmira contaba con una población de 283.431 habitantes. En la actualidad se calcula que cuenta con una **población aproximada de 350.000 habitantes**.

El territorio municipal abarca las cuencas de los ríos Nima, Amaime, Aguaclara y Bolo. Estas cuencas son la reserva hidrológica y productiva más importante del municipio de Palmira y **su desembocadura termina en el río Cauca** el más importante del Occidente del País.



Imagen 4

fuelle: Sondeo LR 2018

3.4. Marco Técnico

De los 1.101 municipios del país, solo 541 cuentan con algún tipo de sistema de saneamiento, es decir el **48,2 %** de los municipios de Colombia. Cundinamarca es el departamento con mayor cantidad de PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales), con un total de 137; seguido por Antioquia con 90; Boyacá con 39; Cauca con 37; Tolima con 36 y Valle del Cauca con 13. **De los 42 municipios del Valle de Cauca, 13 cuentan con un sistema** de tratamiento de aguas residual, entre los principales se encuentran:

- PTAR de Tuluá.
- PTAR de Cali.
- PTAR de Restrepo.

En Palmira no posee sistema de tratamiento de aguas servidas, por el anterior motivo se resuelve hacer descarga a los cuerpos de agua que existen en el municipio. **En la actualidad existen cuatro (4) cuencas** que son el conducto por el cual se reciben las aguas negras de toda la población **y estas por último descargan al río Cauca**. Para la depuración se desarrollaron una serie de alternativas sobre distintas soluciones amables con el medio ambiente, que permitieron evidenciar que la opción más conveniente para el Municipio en cuanto al tratamiento de aguas residuales es la construcción de una única planta, en la zona denominada el Porvenir y un sistema de colectores generales que concentraran los vertimientos de las cuatro (4) cuencas de la ciudad en ese punto, donde después de ser tratada el agua será causada al afluente que terminara en el río Cauca.

Para el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, el área estimada necesaria para su construcción es de ocho **hectáreas (8,0 ha)**, terrenos que fueron recibidos a título gratuito por parte de la Central de Inversiones S.A en agosto de 2013.

La PTAR para el municipio de Palmira, consistirá en un proceso de **sedimentación primaria convencional y un tratamiento secundario compuesto de lodos activos** de media carga y su respectivo sedimentados secundario; en cuanto a la línea de lodos se propone un sistema para la digestión de lodos y deshidratación por centrifugas.

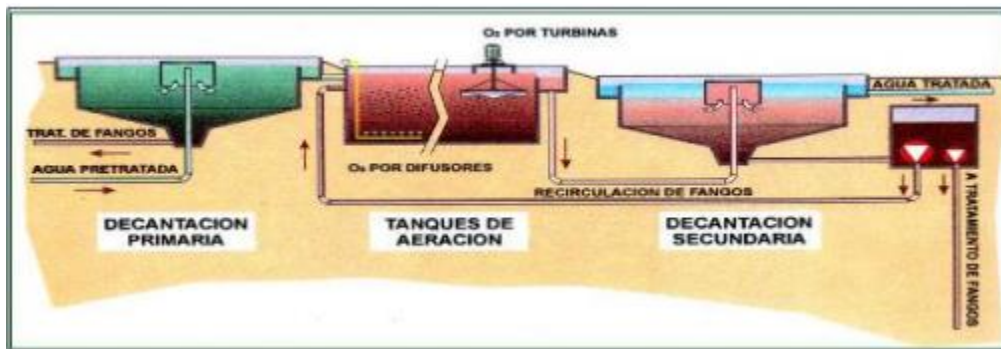


Imagen 5

fuelle: Consorcio PW

El presupuesto oficial, estimado para el proceso es por la suma de **(\$115.382.685.593) M/CTE**, valor incluye todos los costos directos e indirectos de obra y suministro, así como los impuestos, costos por constitución de garantías, gravámenes y retenciones. De igual manera el tiempo de ejecución es de **18 meses incluyendo la construcción del colector principal y la obra civil de la PTAR** a partir de la firma del acta de inicio.

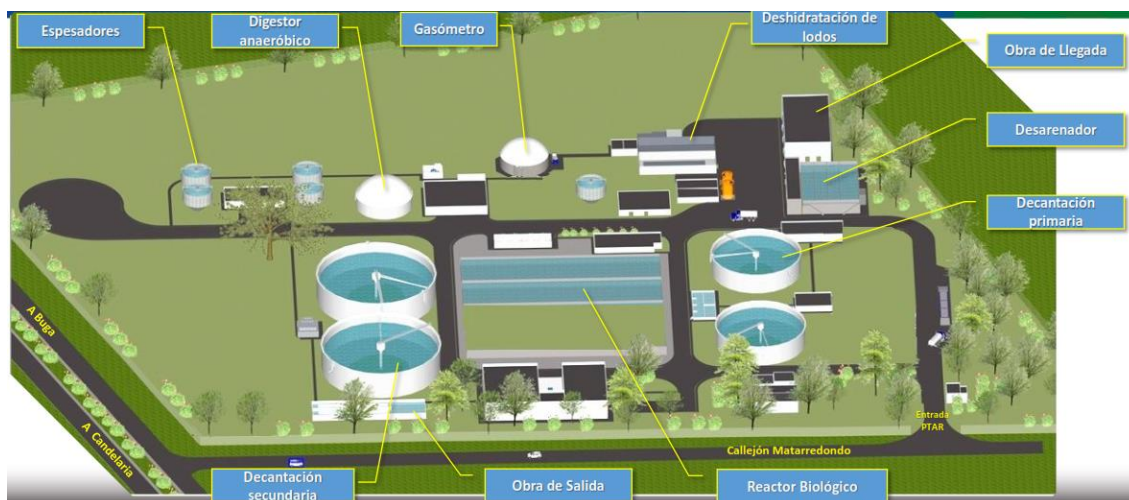


Imagen 6

fuelle: Consorcio PTAR PW

3.5. Marco Ambiental

El gobierno nacional desde el año 1984 ha trabajado en la norma de vertimiento líquidos a cuerpos de aguas y en el año 2003, solicitó a los prestadores del servicio de Alcantarillado los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento, motivo por el cual la **CVC emite la Resolución DG – 0686 DE 2006**, en la cual **prioriza las cuencas hídricas y define los objetivos de calidad para la Cuenca del río Cauca**. En el año 2017 mediante Resolución 0631 la autoridad ambiental -CVC aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del Municipio de Palmira –PSMV, con vigencia de 10 años. En el año 2016 la CVC emite la Resolución 0100 No 0150-0334 – otorgando la Licencia Ambiental a la construcción de la PTAR.

- El Código de los Recursos Naturales Renovables (Decreto-Ley 2811 de 1974) y los reglamentos que subsisten;
- El Código Sanitario Nacional (Ley 09 de 1979) y los reglamentos;
- El marco jurídico establecida por la Constitución Nacional;
- La Ley 99 de 1993 y los reglamentos pertinentes
- La ley 142 de 1994 y sus reglamentos (Régimen de los servicios públicos domiciliarios);
- La ley 373 de 1997 sobre uso eficiente y ahorro de agua
- La ley 388 de 1997 sobre planes de ordenamiento territorial

TEMA	NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Constitución Política 1991		
Marco Normativo Colombiano		
General	Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales
	Decreto 1449 de 1977	Uso y conservación de los recursos naturales
	Ley 99 de 1993	Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organización del Sistema Nacional Ambiental, SINA.
	Decreto 2820 de 2010	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
	Resolución 1503 de 2010	Por el cual se adopta la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales

Tabla 1

fuelle: UNGRD

La PTAR de Palmira trata de aguas residuales que produce el municipio, generadas por más de trecientos mil Palmireños, principalmente de hogares, oficinas, colegios y universidades, entre otros. **De esta manera, se asegura que las aguas de la Planta vertidas al Río Cauca - tras el proceso de tratamiento- contribuyan al saneamiento del principal afluente del departamento.**

3.6. Marco Jurídico

Como una de las primeras medidas que se tomaron jurídicamente fue el **CONPES 3624/2009** o Programa para el Saneamiento, Manejo y Recuperación Ambiental de la Cuenca Alta del Río Cauca y su modificación del **CONPES 3710/2011**. Donde se da vía libre a la inversión para reducir la contaminación y realizar estrategias que ayuden a la recuperación del cuerpo hídrico.

Seguidamente el ente ambiental responsable por la no contaminación del río, **Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)**, emite una Resolución CVC – 631 de 2007 definiendo el plan de saneamiento y manejo de vertimientos, además con el apoyo de la resolución DG – 0686 de 2006 – CVC, que plantea los objetivos de calidad mínimos para la cuenca del río Cauca, dando como resultado la necesidad de construir una Planta de Tratamiento para el Municipio. Con los anteriores puntos y quizás con uno de los más importantes que es; **artículo 79 de la constitución colombiana de 1991**, donde el estado garantiza el derecho de gozar un ambiente sano. En conclusión, se hace necesario hacer una intervención para mejorar las condiciones ambientales en el Municipio de Palmira, en la siguiente tabla se hace un resumen del proceso jurídico;

ACTO ADMINISTRATIVO	AUTORIDAD	ASUNTO
Resolución 0100 No. 0150 – 0334 del 18 de mayo de 2016	CVC	Por la cual se otorga una licencia ambiental
Resolución 0100 No. 0150 – 0578 del 01 de septiembre de 2016	CVC	Por la cual se aclara la Resolución 0100 No. 0150 – 0334
Resolución 0720 No. 0722 – 000581 del 11 de julio de 2017	CVC	Por medio de la cual se autoriza un aprovechamiento forestal de árboles aislados al municipio de Palmira
Resolución 0720 No. 0722 – 000685 del 14 de agosto de 2017	CVC	Por medio de la cual se modifica un acto administrativo
Resolución 0720 No. 0722 – 000619 del 25 de julio de 2017	CVC	Por medio de la cual se autoriza la ocupación de cauce y aprobación obras hidráulicas
Resolución No. 1149 13.3.032 del 08 de febrero de 2017	Secretaría de planeación del municipio de Palmira	Por medio de la cual se aprueba el plan de implantación del "Proyecto de constructivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Palmira", sobre el predio propiedad del municipio de Palmira, con predial N° 00-01-0012-2292-000 y con matrícula inmobiliaria 378 – 176443 localizado en la zona porvenir en un área comprendida entre la carretera 25 a Palmira – Candelaria y el Callejón matarredondo, Corregimiento de Palmaseca sector rural en el municipio de Palmira.
Resolución 010-61-0293 del 01 de junio de 2017	Gobernación del Valle de Cauca	Por medio de la cual se le concede permiso al municipio de Palmira – Valle del Cauca – Empresas Municipales Aguas de Palmira S.A E.S.P, para la intervención en la vía Palmira – Candelaria a la altura de la intersección de esta

Tabla 2

fuelle: Alcaldía de Palmira

Por último, en el marco jurídico se debe aclarar que el contrato se ejecutará bajo la ley 80 de 1993, el literal d) numeral 2 de la ley 1150 de 2007, decreto 1474 de 2011, decreto ley 019 de 2012, decreto 1082 de 2015, decreto 1088 de 2018, razones por las cuales el proceso se regirá en lo establecido en la Constitución Política de Colombia para la contratación pública.

3.7. Marco Demográfico

La planta de tratamiento de aguas residuales de Palmira se localizará al suroccidente de la ciudad en la Vereda El Porvenir, corregimiento de Palmaseca a 500 metros de SUCROAL sobre la variante sur que conduce de Candelaria – Buga. El área que comprende el lote es de 8 Hectáreas, ubicado estratégicamente con acceso vehicular a través del Callejón Matarredondo.

Palmira es un municipio colombiano del departamento del Valle del Cauca en Colombia; localizado en la región sur del departamento. Se encuentra ubicado en la ribera oriental del Río Cauca, hace parte del Área Metropolitana de Cali y además es **centro de grandes ingenios azucareros, constituyendo uno de los más importantes centros comerciales, industriales y agrícolas del Valle del Cauca.** La ciudad se encuentra a 26 km de la zona urbana de Cali.



Imagen 7

fuelle: Consorcio PTAR PW

En el último censo realizado en Colombia en el año 2005, Palmira contaba con una población de 283.431 habitantes. En la actualidad se calcula que cuenta con una **población aproximada de 308.700 habitantes**, teniendo en cuenta toda la expansión que ha tenido la ciudad en los últimos años, pues Palmira se ha convertido en una ciudad para invertir en vivienda. Actualmente se adelanta numerosos proyectos enfocados en su gran proporción a interés social. Se tiene planeado que para el año 2022 la población crezca un 5% por el nuevo POT plan de ordenamiento territorial de la nueva administración.

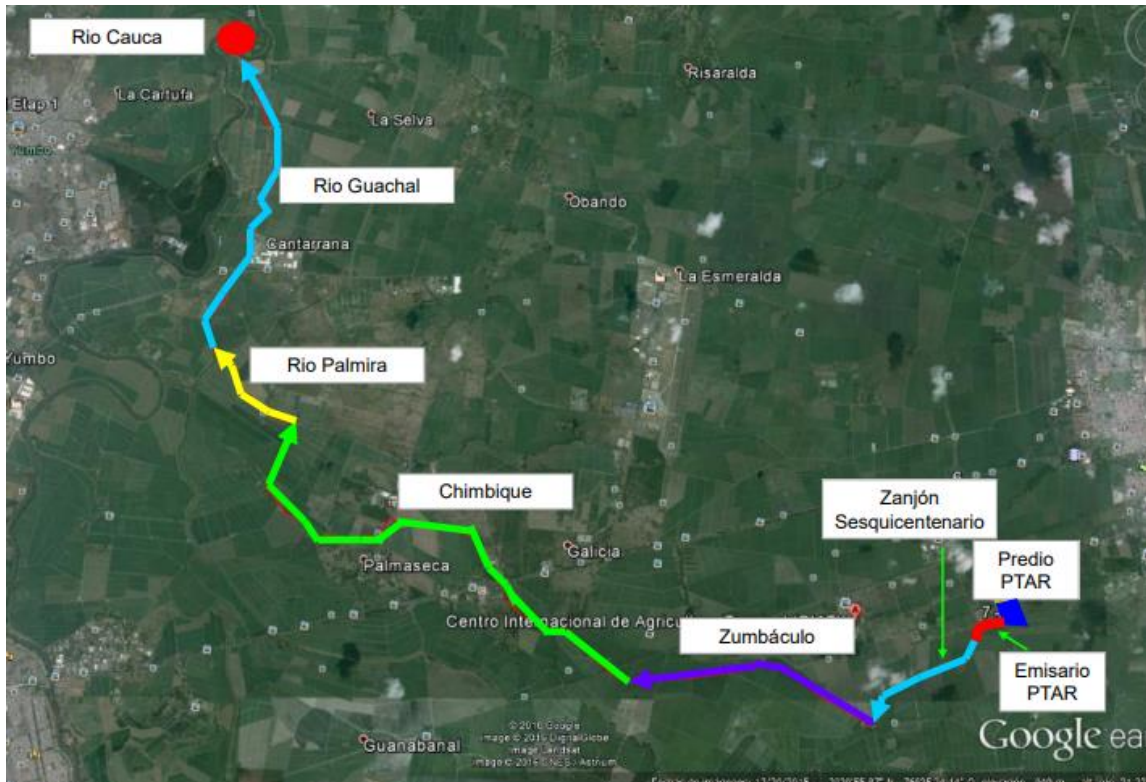


Imagen 8

fuelle: Consorcio PTAR PW



Imagen 9

fuelle: Wikipedia

4. Metodología

Para desarrollar el proyecto se tomará referencia al conjunto de procedimientos plasmados en el **PMBOK (6 edición)** para alcanzar el objetivo, y como conclusión arrojará el adecuado control y monitoreo que se deberá llevar en la ejecución de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR de Palmira, Valle del Cauca.

4.1. Fases del Trabajo por desarrollar

- **Fase 1:** Hacer la **presentación del proyecto al Sponsor** que en este caso corresponde al Consorcio PTAR PW, responsable por la ejecución y puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales. Con la exposición de la metodología PMI, se desea mostrar los beneficios y alternativas que traería a la compañía para la mejora continua, enfatizando en los procesos de control y monitoreo de obra.
- **Fase 2:** Después de recibir el visto bueno por parte de la gerencia del Consorcio PTAR PW, **se continua con estructurar la metodología PMBOK**, centrando las investigaciones en el cuarto (4) macroproceso; Control y monitoreo para el proyecto de Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR. La anterior actividad se realiza con el acompañamiento de la coordinación de calidad de la empresa, con el fin de lograr establecer el proceso dentro del sistema de calidad de la obra.
- **Fase 3:** Hacer una **revisión ligera de los tiempos de ejecución y del presupuesto**, para la construcción de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR de Palmira, Valle del Cauca y que fueron aprobados y plasmados en el contrato. Con la anterior actividad se busca que los datos que arrojan los anteriores ítems (*tiempo y costo*), sean confiables para que el resultado efectivo, por ejemplo, la construcción de la **curva “S”** o flujo de caja del proyecto.
- **Fase 4:** Se continua con **generar herramientas** para la verificación, control y monitoreo para el cumplimiento en la programación y los costos planeados. De igual manera esta actividad será con el acompañamiento de la coordinación de calidad y de personal técnico, buscando generar un producto que cumpla con las exigencias de cada uno de los integrantes responsables del proceso.
- **Fase 5:** Se **implementa el proceso al plan de gestión de calidad** de la obra, para el adecuado control y monitoreo, dentro de este paso se hace la divulgación al personal que será responsable del proceso.
- **Fase 6:** después de implementar la metodología de control y seguimiento, debe arrojar como resultado información transformada **en informes ejecutivos** para la toma de decisiones.

4.2. Estudio del Caso

Al implementar la metodología PMBOK para los procesos de control y monitoreo en la ejecución de una obra civil, es importante establecer el alcance del proyecto e identificar los requerimientos que se necesitan para lograr un producto final que satisfaga las necesidades de clientes externos como internos. Para lo anterior se tomará la **PTAR del Municipio de Palmira**, Valle del Cauca, ubicada en el kilómetro 4 de la vereda el Porvenir.

CONSOLIDADO PROYECTO (SUBTOTAL 1+2+3+4)	
PTAR	
PRESUPUESTO PTAR	\$ 95,259,688,420.94
COLECTORES	
PRESUPUESTO PROYECTO PALMIRA CUENCA ALTA	\$ 4,031,606,196.93
PRESUPUESTO PROYECTO EMISOR FINAL	\$ 9,978,630,236.66
SUPUESTO PROYECTO COLECTOR LA MARIA SESQUICENTENARIO A PTAR	\$ 4,277,161,317.20
SUBTOTAL COLECTORES	\$ 18,287,397,750.79
TOTAL PROYECTO	\$ 113,547,086,171.73

Tabla 3

fuelle: Alcaldía de Palmira

4.3. Alcances y Limitaciones

La metodología de la investigación arrojará herramientas que proporcionaran las soluciones a problemática establecida en este proyecto. Por lo anterior, el instrumento que dará las pautas de desarrollo será **PMBOK sexta edición**, será la guía que suministre los procesos adecuados para el control y monitoreo en ejecución de la PTAR.

4.3.1. Alcance

- Se plantea hacer **un estudio previo superficial** al proyecto de la construcción de la PTAR enfatizando en los tiempos de ejecución, presupuestos y especificaciones técnicas que requiere la obra.
- Seguidamente **se implementará la metodología** de control y monitoreo según PMBOK al proyecto de construcción de la (PTAR). El registro será dentro del plan de gestión de Calidad de la compañía.
- Hacer la **capacitación del personal** que estará involucrado en el proceso, además el **seguimiento periódico garantizando la buena gestión de la metodología** implementada al proyecto PTAR y realizar control que permita hacer un comparativo gráfico para saber y entender los resultados que arrojó el ejercicio.
- Realizar **reuniones con personal directivo y administrativo** del Consocio PW, que tengan incidencia directa en el desarrollo de la obra, para exponer los resultados que se vayan presentando en el transcurso del proyecto.

4.3.2. Limitaciones

- Este proyecto tiene un enfoque netamente académico y abarca una obra de gran magnitud de nivel nacional, pero el tiempo para su realización es muy corto por lo tanto se tomará una parte para el análisis de estudio.

- Acceso a documentación y/o procedimientos del contratista que realizara las obras en mención, puede aducir privacidad y/o confidencia de información complicando la tarea investigativa del análisis de estudio.
- La implementación de procedimientos estandarizados (formatos de obra) a la empresa contratistas.
- El rechazo por parte del contratista a la metodología propuesta para mejorar el control y monitoreo para la construcción de la PTAR Planta de tratamiento de Aguas Residuales.

4.4. Instrumentos o Herramientas Utilizadas

Para lograr el desarrollo adecuado del proyecto es necesario el uso y manejo de instrumentos que ayudaran a cumplir con las metas establecidas. En el caso de estudio se utilizaron medios físicos, tecnológicos e intelectuales.

4.4.1. Instrumentos Tecnológicos o Digitales

Para lograr los resultados esperados al implementar la metodología se utilizó herramientas o software tales como;

- **Microsoft Office**, es un paquete de herramientas que ayudan al desarrollo de cualquier tipo de proyecto desde varios puntos de vista o según el requerimiento; (hojas de cálculo, presentación de diapositivas informativas y la redacción de documentos). Pero el **PMI** sugiere un software que es fundamental para lograr implementar la metodología **PMBOK** y es; **Microsoft Project** especializado en realizar programaciones u ordenar de forma cronológica las actividades que debe ejecutar un proyecto. Además, puede generar otro tipo de información financiera como es el flujo de caja o informes mensuales.

4.4.2. Instrumentos Intelectuales

Para el progreso de implementación de la metodología se conto con el intelecto de profesionales que aportaron conocimiento esencial para lograr el éxito de las metas planteadas.

- **Coordinador de Calidad del Consorcio PTAR PW**, profesional que aporta experiencia y conocimiento en la buena gestión administrativa que debe tener un proyecto. Además, responsable en implementar la metodología y por último vigilar que se cumpla.
- **Director de Obra Consorcio PTAR PW**, profesional en Ingeniería Civil y sanitaria que presta su experiencia en proyectos similares, y que da referencias de falencias y posteriormente debe acatar la nueva metodología en beneficio del proyecto de estudio PTAR.

4.5. Áreas involucradas en el Desarrollo del Proyecto

Este tipo de proyecto es multidisciplinario, es decir, que su afectación es general en la organización del proyecto, por tal motivo es importante que se presente una simbiosis, involucrando todos los frentes afectados y colocando un objetivo común para todos.

4.5.1. Área Operativa en obra

Esta área cumple una función esencial para el éxito de la metodología, **deben velar que los procesos operativos contractuales se cumplan con calidad y a tiempo**, además, les corresponderá ser guiados con las técnicas del control y monitoreo de obra según PMBOK. También verificar la estimación de tiempos de ejecución del proyecto, en donde la secuencia constructiva se encuentre bien según experiencia laboral. Por último, son responsables de suministrar la información de ejecución de obra que se presenta a diario, cotejar el presupuesto para transformar las cantidades ejecutadas a un costo que es la base para realizar informes que serán vitales para la toma de decisiones. En esta área se consideró las siguientes variables que son de vital para el desarrollo de la investigación;

- **Obligaciones contractuales:** grupo de normas de consecuencias jurídicas que la ley asigna a las obligaciones derivadas de un contrato que establece entre dos partes.
- **Estimación de Tiempo:** método necesario para asegurar la correcta secuencia y desarrollo de las distintas actividades que conforma la obra, bajo los plazos especificados, así como las herramientas para el control y seguimiento de la programación del proyecto.
- **Secuencia de Actividades:** proceso que tiene por objetivo hacer un calendario en la ejecución de actividades del proyecto lo más realista posible. De este proceso se arroja un documento con el cual será hará el seguimiento de cumplimiento de tiempos versus actividades.

4.5.2. Área Administrativa

Este departamento debe cumplir ciertos parámetros que deben ser vinculados entre la parte técnica y administrativa, buscando el objetivo común de sacar el proyecto adelante. Para eso la etapa de planificación se debe realizar entre ambas partes y su fundamento será sacar las diferentes variables que se pueden presentar.

Como resultado del trabajo conjunto se tendrá tiempos estimados para cada escenario posible, y se tomará el más favorable para la obra y los intereses de la misma identificando en que procesos hay potencial y en que procesos hay falencias que puedan afectar la ejecución de la obra dando un adecuado seguimiento y control. **En conclusión, esta área debe prestar una función de apoyo general para que la parte técnica cumpla con los objetivos trazados.**

- **Planeación:** etapa que se fundamenta en presagiar o analizar los posibles escenarios y busca evitar de manera eficaz o mitigar problemas que puedan afectar el proyecto en tanto la parte financiera como técnica.
- **Organización:** etapa donde se concretan todas las ideas y soluciones planteadas, y seguidamente se ordenan según su factor de importancia para el proyecto. Se deberá aplicar dicha etapa a todos los factores que intervienen como materiales, recursos humanos, equipos, etc.; dejando claridad de donde entran cada uno.
- **Monitoreo y control:** etapa que consiste en hacer el seguimiento continuo en la evolución del proyecto, con el objetivo de hacer verificación de las actividades programadas versus las actividades ejecutadas. Con el fin de obtener beneficios como la culminación de la obra en tiempo y dentro del presupuesto.

4.5.3. Área de Calidad

Esta área cumple una tarea importante, después de plantear la metodología de trabajo para el control y monitoreo de obra, esta **se deberá aterrizar llevándola al plan de gestión de calidad** de la empresa responsable de ejecutar el proyecto PTAR, como resultado deberá quedar plasmado un documento junto con todas las herramientas, personal, equipo, etc., que sean necesarias para lograr el objetivo de implementar dicha metodología.

En este aspecto se analizaron las siguientes variables:

- **Personal idóneo para monitorear el Proceso:** Para lograr la implementación de la metodología es necesario contar con un profesional que tenga conocimientos en la ISO 9001, "Sistemas de gestión de la Calidad". Además de hacer la incorporación también deberá hacer el seguimiento y realizar mejoras que ayuden a perfeccionar y así lograr el éxito en el proyecto. El proceso deberá estar abierto a cambios según la necesidad o requerimiento.
- **Monitoreo al Proceso:** Después de tener establecida la metodología, seguirá el proceso de monitoreo, es decir, verificar que lo planteado en el plan de gestión de calidad se cumpla. El monitoreo debe arrojar análisis los cuales servirán para hacer mejoras que ayuden al proceso ser más efectivo. De ser necesario este profesional debe estar dispuesto al cambio que ayude a mejorar la metodología.
- **Mantenerse actualizado:** Por último, se debe realizar valoraciones a la metodología para generar más confianza en los trabajos realizados, ya que la normativa de calidad está evolucionando, dándonos enfoques más prácticos y eficaces para tener una mejor toma de decisiones en lo que al aseguramiento de calidad respecta.

4.5.4. Área de Gestión

Como resultado de las anteriores áreas de estudio surge la Buena Gestión; La metodología PMBOK tiene como objetivo de cuidar la parte financiera del proyecto sin descuidar lo técnico, se logra con el aprovechamiento del tiempo y costo en la ejecución, lo cual involucra la mayor eficiencia para reducir sobrecostos y tiempo en la realización de este, es por eso de la importancia en la implementación en los proyectos. **La gestión es el área que reúne varios aspectos importantes para el desarrollo apropiado del proyecto enfocando esfuerzos para el beneficio común.**

La gestión en tiempo y dinero en el proyecto se verifican de la siguiente manera:

- El proyecto que está siendo investigado busca resolver la disposición adecuada de las aguas servidas del municipio de Palmira, Valle del Cauca. Por lo anterior varios entes gubernamentales unieron gestión política para realizar las obras tan necesarias, en donde el seguimiento por parte de entes gubernamentales será continuo durante el tiempo que dura la obra.
- Es un proyecto que se ciñe a un cronograma contractual, acordado entre las partes involucradas (contratante y contratista), que servirá como herramienta de control de los compromisos adquiridos. Este debe contar con rutas críticas y alternativas para mejoras de tiempos. Los tiempos fueron establecidos por el contratante, simplemente el contratista adecua su logística para cumplir con una de las obligaciones adquiridas en el contrato.
- La incertidumbre se debe contemplar pues es un proyecto que afectara directamente a la comunidad, se realizaron reuniones y consejos comunales para tener una relación armoniosa con los beneficiados. Además, otras comunidades indirectamente se verán afectadas pero la obligación del contratista es llevar a un feliz término la obra.
- Como todos los proyectos hay recursos necesarios que servirán para llevarlos a cabo como: Tiempo, dinero, materiales, trabajo, mano de obra. Verificados en el presupuesto de obra planeado al inicio del proyecto. El apoyo suministrado por la gerencia es vital tanto financiera, técnica y como generador de buenas prácticas.

4.6. Cronograma de Proyecto

Para desarrollar el proyecto **se plantea un tiempo aproximado de 60 días**, este da inicio con actividades preliminares hasta llegar a las conclusiones que serán compartidas con los actores directos (gerencia de la compañía, director de obra, personal administrativo y coordinador de calidad), para reevaluar y hacer mejoras al método PMBOK. A continuación, se muestra la imagen de la programación guía para ejecutar el proyecto en formato Microsoft Project.

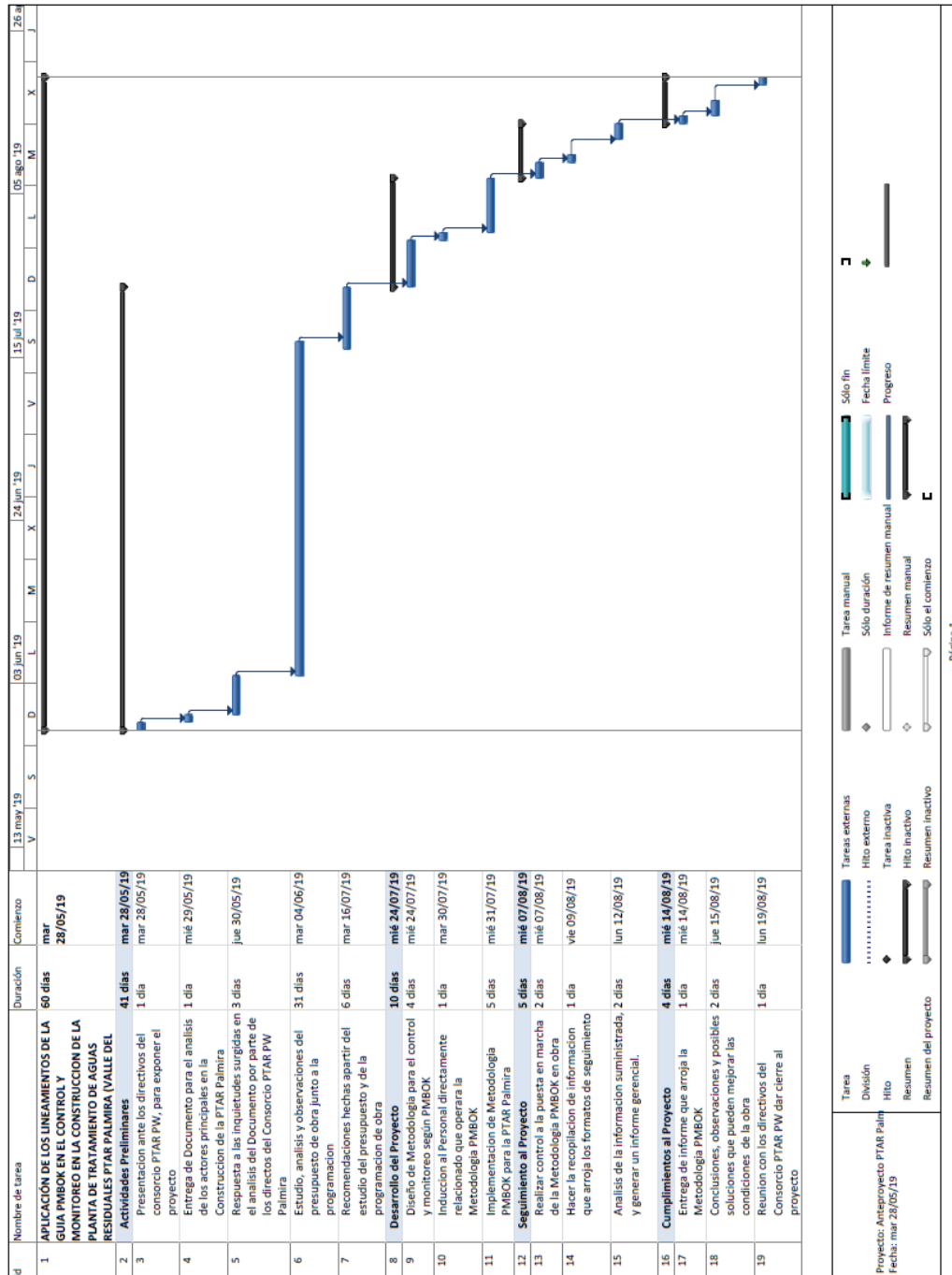


Imagen 10

fuelle: Project 2013

4.7. Presupuesto de Anteproyecto

Para ejecutar el proyecto se debe contar con un presupuesto que cubra gastos y variables que ayudaran a poner en marcha, se deberá contar con profesionales que den su experiencia y guía para sacar adelante la obra. A continuación, se puede ver en la tabla los costos necesarios para ejecutar el proyecto.

PRESUPUESTO APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS DE LA GUIA PMBOK EN EL CONTROL Y MONITOREO EN LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR PALMIRA (VALLE DEL CAUCA)			
Actividades Preliminares			
Presentacion ante los directivos del consorcio PTAR PW, para exponer el proyecto	1.00	\$ 92,445	\$ 92,445
Entrega de Documento para el analisis de los actores principales en la Construccion de la PTAR Palmira	1.00	\$ 184,500	\$ 184,500
Respuesta a las inquietudes surgidas en el analisis del Documento por parte de los directos del Consorcio PTAR PW Palmira	1.00	\$ 24,500	\$ 24,500
Estudio, analisis y observaciones del presupuesto de obra junto a la programacion	1.00	\$ 2,225,000	\$ 2,225,000
Recomendaciones hechas apartir del estudio del presupuesto y de la programacion de obra	1.00	\$ 92,445	\$ 92,445
Desarrollo del Proyecto			
Diseño de Metodologia para el control y monitoreo según PMBOK	1.00	\$ 600,000	\$ 600,000
Induccion al Personal directamente relacionado que operara la Metodologia PMBOK	1.00	\$ 1,255,000	\$ 1,255,000
Implementacion de Metodologia PMBOK para la PTAR Palmira	1.00	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000
Seguimiento al Proyecto			
Realizar control a la puesta en marcha de la Metodologia PMBOK en obra	1.00	\$ 345,000	\$ 345,000
Hacer la recopilacion de informacion que arroja los formatos de seguimiento	1.00	\$ 255,000	\$ 255,000
Analisis de la informacion suministrada, y generar un informe gerencial.	1.00	\$ 357,500	\$ 357,500
Cumplimientos al Proyecto			
Entrega de informe que arroja la Metodologia PMBOK	1.00	\$ 245,000	\$ 245,000
Conclusiones, observaciones y posibles soluciones que pueden mejorar las condiciones de la obra	1.00	\$ 125,500	\$ 125,500
Reunion con los directivos del Consorcio PTAR PW dar cierre al proyecto	1.00	\$ 150,000	\$ 150,000
PRESUPUESTO TOTAL DE ANTEPROYECTO			\$ 7,151,890

Tabla 3

fuelle: proyecto

5. Productos a Entregar

Los productos derivados en la implementación de la metodología PMBOK se relacionarán anexos a este documento, además se dará un breve resumen de cada uno de ellos y su función dentro del proyecto de estudio. Los entregables para esta investigación son resultados de un servicio verificable que debe producir un proceso que mejore el proyecto. Existen entregables que refieren resultados complementarios, tales como los informes y la documentación dirigida a la dirección del proyecto descrito de manera detallada o resumida.

Monitorear y Controlar la ejecución del Proyecto, es el proceso de dar seguimiento, revisar e informar el avance de obra; con el fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan de dirección del proyecto. El beneficio que trae este proceso es que permite a los interesados comprender el estado actual y así adoptar las proyecciones del presupuesto, el cronograma y el alcance. En el siguiente gráfico muestra las entradas, herramientas, técnicas y salidas de este proceso.

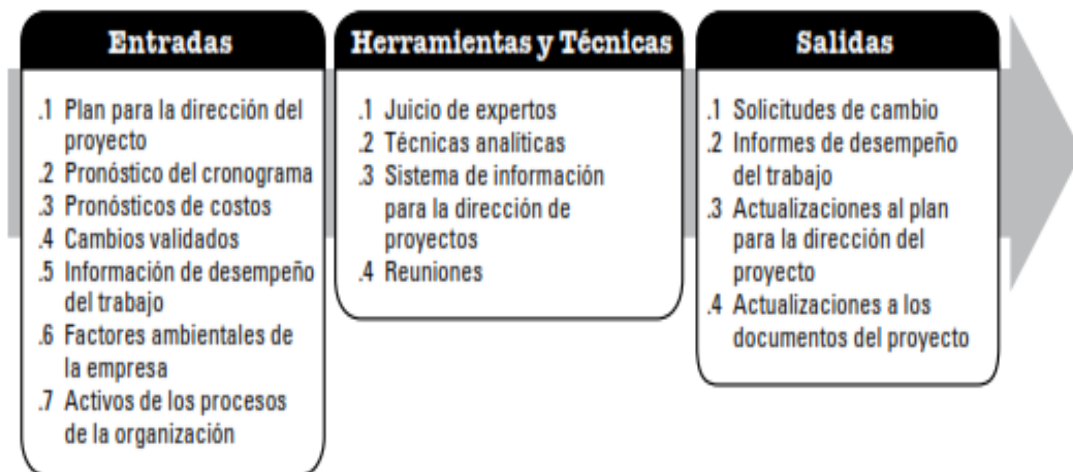


Tabla 5

fuelle: PMBOK Versión 5

Monitoreo es un aspecto de la dirección del proyecto que se realiza a lo largo de toda la obra. Consiste en recopilar, medir y distribuir la información relativa al desempeño, y en evaluar las mediciones y las tendencias que van a permitir efectuar mejoras al proceso. **El monitoreo continuo permite al equipo de dirección conocer la salud del proyecto e identificar las áreas que puedan requerir una atención especial.** El control incluye la determinación de acciones preventivas o correctivas, o la modificación de los planes de acción. El proceso Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto se ocupa de:

5.1. Entradas en el Proceso de Monitoreo y Control del Proyecto

Para lograr el objetivo de implementar la metodología de PMBOK, y para en este caso el proceso de Monitoreo y Control de obra es necesario contar con información previa del proyecto que servirá como base para el estudio.

5.1.1. Presupuesto de Obra

El presupuesto de obra lo definen como la tasación o estimación económica de un producto o servicio. **Se basa en la previsión del total de los costos involucrados en la ejecución de un proyecto** y se debe incrementar el margen de beneficio o ganancia que se tenga previsto. La Finalidad de un Presupuesto de Obra es dar una idea aproximada y lo más real posible del costo total para ejecutar un proyecto. (ver anexo 1)

Para conocer el presupuesto de obra de un proyecto se deben seguir los siguientes pasos recomendados y necesarios para lograr obtener la información requerida y son:

- Registrar y detallar las actividades y acciones distintas que son necesarias para obtener un resultado y se representan en unidades de obra que intervengan en el proyecto.
- Hacer las mediciones y anotaciones de cada unidad de obra.
- Conocer el precio unitario de cada unidad de obra.
- Multiplicar el precio unitario de cada unidad por su medición respectiva.

5.1.2. Cronograma de Obra

Un Cronograma es una **representación gráfica y ordenada con tal detalle para que un conjunto de funciones y tareas** se lleven a cabo en un tiempo estipulado y bajo unas condiciones que garanticen la optimización del tiempo. Los cronogramas son herramientas básicas de organización en un proyecto, en la realización de una serie de pasos para la culminación del proyecto, son ideales para eventos, son la base principal de ejecución de una producción organizada. (ver anexo 1)

Para crear un cronograma es necesario empezar por la descomposición de todo el trabajo, es fundamental y a partir de ahí se calcula cuanto tiempo se dispondrá para la realización de cada sub-tarea, aquí en este punto se organiza el personal y se le asigna a cada uno la responsabilidad de contribuir con la realización de ese cronograma. Cada uno debe cumplir y respetar los lineamientos del cronograma, de lo contrario se verá afectado directamente el producto final y por consiguiente existirá descontento por parte del que desea que ese cronograma se complete.

5.1.3. Curva “S” Flujo de Caja Semanal

La curva “S” es una **herramienta gráfica de gran simplicidad que sirve para el seguimiento y monitoreo del proyecto**. Consiste en realizar un análisis del gasto o la inversión requerida para mover el proyecto, en una escala de tiempo ya definida; puede ser semanal, mensual e incluso puede ser diario. Es decir, si lo que se ejecuta de gasto directo o su equivalente en recursos es lo que se planificó. Es igualmente la base para aplicar la metodología del sistema de gestión del valor ganado, utilizada para determinar atrasos o adelantos en el cronograma y en el presupuesto, pudiendo determinar tendencias y pronósticos de conclusión del proyecto en tiempo y costo. (ver anexo 2)

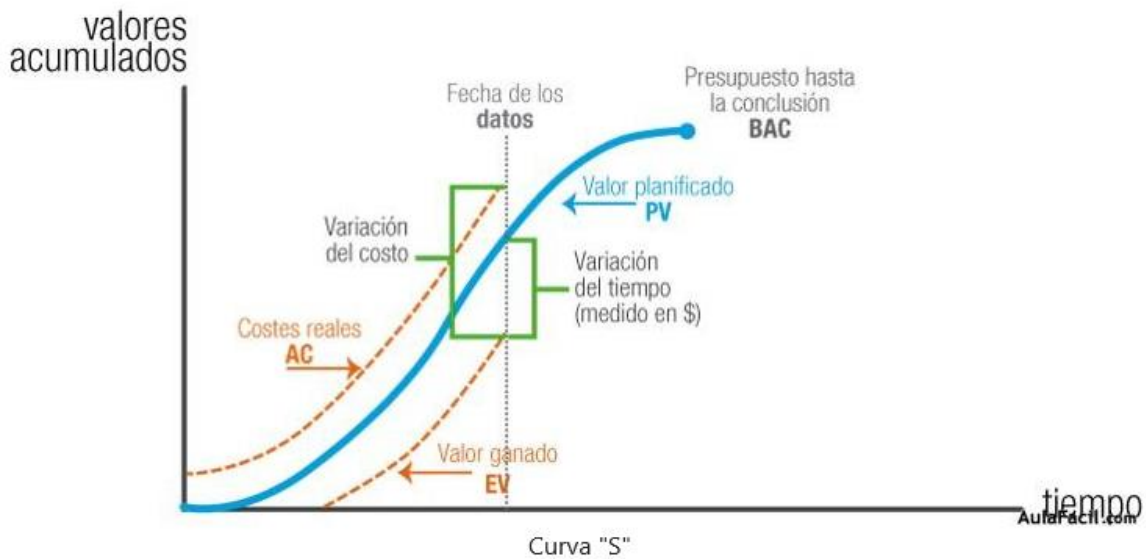


Imagen 11

fuelle: AulaFacil

Para construir la curva de recursos se deben definir las entradas que darán la información requerida y que será procesada mediante las herramientas y técnicas de Dirección de Proyectos para obtener una matriz que más tarde se empleará para realizar la gráfica.

Para realizar la curva “S” se requiere la siguiente información:

- Tener documentada y clara la visión del proyecto, su justificación, sus supuestos, sus restricciones, sus riesgos, etc.
- Haber definido el alcance, su descripción, detalles y criterios de aceptación.
- Documentar qué incluye y qué no incluye el proyecto (por qué cosas se consumen recursos y por cuáles no).
- Generar una estimación del costo y otra del tiempo necesario para ejecutar el proyecto de estudio.

5.2. Salidas en el Proceso de Monitoreo y Control del Proyecto

Después de recopilar y analizar las entradas que son necesarias para el proceso de control y monitoreo para el proyecto de Estudio como son; presupuesto de obra, cronograma de obra y la curva “S” o flujo de caja. Se obtiene los siguientes resultados que servirán para la implementación de la metodología PMBOK.

5.2.1. Informe de Avance de Obra Diario

Es un método o herramienta que sirve para llevar el registro de todas las actividades y acontecimientos más importantes que ocurren a diario en la construcción de una obra. Dicho formato es de mucha importancia ya que con ello se podrá obtener información específica de lo que se realizó día a día en la obra.

El registro de la información en el formato será responsabilidad del inspector de obra. Esta persona es la idónea para examinar, verificar y llevar la trazabilidad de las cantidades de obra ejecutada. (ver anexo 3)

5.2.2. Informe de Seguimiento Semanal

Este informe cumple la función de establecer el estado financiero y de ejecución de obra cada semana de estudio. Este análisis busca establecer en qué condiciones se encuentra el proyecto. Con los resultados que arroja el informe se pueden hacer mejoras en la planificación y así lograr las metas financieras y físicas planeadas.

La información que alimenta el informe semanal es el formato diario de cantidades de obra, por eso la importancia de llevar los datos reales y verídicos. Se debe concientizar al personal técnico de la obra para que el suministro de la información se diligencie a diario. (ver anexo 3)

5.2.3. Informe de Seguimiento Mensual

Esta herramienta de monitoreo permitirá obtener los resultados acerca del cumplimiento de las metas físicas y financieras del mes de estudio. Además, servirá para llevar la trazabilidad del proyecto a través de la metodología de valor ganado. Este informe servirá para que la gerencia del proyecto tome decisiones a futuro para mejorar o que sirva de experiencia para otras obras.

6. Descripción de Resultados Esperados e Impactos

Al aplicar la metodología PMBOK con énfasis en el monitoreo y control de obra, para el proyecto de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR del municipio de Palmira, se busca los siguientes resultados esperados;

- Comparar el desempeño real del proyecto con respecto al plan de la dirección del proyecto.
- Evaluar el desempeño para determinar la necesidad de una acción preventiva o correctiva.
- Mantener durante la ejecución del proyecto, una base de información precisa y oportuna referente a las actividades de ejecución del proyecto y a su documentación relacionada.
- Proporcionar la información necesaria para sustentar los informes de estados de costos, estados de avance.
- Proporcionar pronósticos que permitan actualizar la información relativa al costo y al cronograma actual.

- Informar adecuadamente sobre el avance del proyecto y su estado a la dirección del programa, cuando el proyecto forma parte de un programa global.

6.1. Aporte de los Resultados a la Gerencia de Obras

La aplicación de lineamientos de control y monitoreo en obras civiles es muy valiosa, ya que permitió generar criterios claros que se deben tener en cuenta para garantizar éxito en los campos de: buen manejo de los recursos económicos, la ejecución del proyecto dentro del tiempo establecido, el personal requerido, los riesgos que pueden darse durante todo el ciclo de vida del proyecto y sus acciones correspondientes a tomar.

Lo anterior, demuestra que la metodología que establece el PMBOK en cuanto al control y seguimiento, pueden ser aplicables a cualquier proyecto de construcción similar.

El control y Monitoreo es clave para la buena gestión del Alcance, tiempo y costo para la construcción de la PTAR planta de tratamiento de aguas residuales de Palmira, gracias al análisis de los lineamientos establecidos del PMBOK, **permite determinar los criterios de buenas prácticas que se deben tener en cuenta para la consecución de los entregables** establecidos en el Alcance del proyecto, cumpliendo con el presupuesto y el cronograma de ejecución para evitar futuros riesgos no establecidos o demoras en la ejecución, siempre y cuando se sigan paso a paso cada uno de los criterios establecidos.

6.2. Como responde a la pregunta de Investigación

Mediante el análisis realizado en cuanto al Alcance, tiempo, costo y riesgos en el proceso de control y seguimiento a través de la metodología del PMBOK, se establecieron los modelos y formatos que se deben tener en cuenta para la correcta consecución del proyecto tales como: Presupuesto de obra; Programación de obra, Curva "S"; informe diario de avance, Informe semanal e informe mensual gerencial. Los anteriores modelos, establecen criterios claros y lógicos en el proceso de control para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

A pesar de que se presentó una suspensión del contrato por temas de licencias y permisos y que no son imputables al contratista, se logró establecer dentro del plan de calidad del Consorcio PTAR PW, La adecuada metodología para el Control y Seguimiento de obra. Pero a pesar de la situación antes mencionada, se logro hacer pruebas piloto en la construcción de colectores que arrojaron datos positivos.

- Por parte de la dirección de obra; fue complicada la aceptación por sobre carga de trabajo a los profesionales, pero después de ver los resultados su acogida fue inmediata.

- La gerencia del consorcio; desde un principio mantuvo el apoyo y después de observar las pruebas piloto, solicito ampliar a otros contratos que se están ejecutando.

En Conclusión, se obtuvo una metodología que apoyara la buena gestión administrativa, financiera y técnica para cada proyecto que tenga la compañía por desarrollar. Además, se obtuvo experiencia en el ámbito profesional donde el papel de gerente de proyecto debe ser integral para garantizar el cumplimiento de los alcances de obra. En el caso de estudio la PTAR de Palmira, surgió la necesidad de cubrir el perfil por varios motivos; el valor del presupuesto, la complejidad del proyecto, la cantidad de personal que estará en la ejecución y sobre todo que es una obra vital para el occidente del país.

6.3. Estrategias de Comunicación y Divulgación

Para el proyecto motivo de investigación (Construcción de PTAR de Palmira), se ha planeado hacer la siguiente estrategia para la comunicación y divulgación de la información y así garantizar que el equipo de trabajo esta enfocado a los objetivos planteados.

6.3.1. Etapa de Recolección

En este proceso se plantea recopilar información diaria acerca de las cantidades de obra que se ejecutan en el proyecto, para después llevar la información a formatos diseñados, que sean de fácil entendimiento para todos los involucrados.

En la tabla No. 4 se puede observar una de las herramientas que serviría para lograr dicho fin, suministrar información verídica es de suma importancia para lograr los objetivos planteados.

6.3.2. Etapa de Análisis

Después de tener la información acerca de la ejecución de obra, se hace un filtro donde se depura y se realiza una hoja resumen, dicho resultado debe ser de fácil deducción, después se pasará a una hoja Excel que arroje indicadores que ayudaran a la toma de decisiones.

Se plantea alimentar una base de datos, con la posibilidad de ser **Office Access**, que ayudaría a la comprensión, análisis y estudio de los datos de la ejecución de obra.

6.3.3. Etapa de Resultados

Por último y después de implementar la metodología, el resultado será poseer información que ayudará a la toma de decisiones. También como consecuencia mostrara el estado de salud del proyecto en tiempo real. Además, los expertos en

Project managers sugieren que los resultados esperados cuando se aplica el PMBOK son los siguientes;

- Las claves para el éxito y resultados positivos en la administración y gestión de proyectos.
- Los procesos de la guía son flexibles y adaptables a cualquier empresa. No importa el tipo de negocio que se tenga, las herramientas que brinda resultan útiles.
- El manual ofrece un compendio extenso de vocabulario en administración de proyectos. Así, al realizar alianzas o contratar personas expertas, todos hablarán un mismo idioma.
- Ayuda a los gerentes de proyecto a trabajar a través de un sistema estandarizado con todas las compañías involucradas.
- Reduce los riesgos de gestión, otorgando métodos certeros a los administradores según las situaciones que atraviesen.

Como el proyecto se encuentra suspendido por la falta del permiso del ICANT (Instituto Colombiano de Antropología), todos los resultados son supuestos, pero bien fundamentados según la metodología PMI.

7. Conclusiones

En la actualidad el Proyecto de estudio: Construcción de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Palmira), **Se encuentra suspendido por motivo de ausencia de la licencia del ICANH** (Instituto Colombiano de Antropología e Historia). Por lo anterior, no se ha logrado establecer en su totalidad la metodología para el correcto Control y Seguimiento en obra.

Pero se logró instaurar la metodología dentro del plan de calidad del proyecto y se extendió a otros que se están ejecutando en el territorio nacional. Además, se utilizó un plan piloto de la metodología de Control y Seguimiento de Obra según PMBOK, en la instalación de Colectores que hacen su descarga en la PTAR.

Los resultados fueron positivos en los (3) meses que se aplicó la metodología en la instalación de colectores y arrojaron las siguientes conclusiones:

- Se han realizado correcciones al proceso, perfeccionando la metodología e involucrando a todos los actores directamente responsables. Se demuestra el interés que genera a los interesados.
- Los resultados arrojados en la implementación de la metodología PMBOK “plan piloto” en la instalación de colectores, permitió que la gerencia de la compañía tomara decisiones para mejorar los rendimientos en la instalación de tubería.
- La interventoría responsable del acompañamiento para la construcción de la PTAR, adopto el proceso dentro de su plan de calidad y hará la fiscalización financiera y garantizar el éxito del proyecto.

Para finalizar y quizás unos de los puntos mas importantes en el desarrollo del proyecto fue plasmar los conocimientos adquiridos en el post grado de Gerencia de Obras, para beneficio de la investigación y el crecimiento como profesional del sector de la construcción.

8. Bibliografía

Alcaldía Municipal de Palmira (2018). Plan de Ordenamiento Territorial. <https://www.palmira.gov.co/4498-mediante-gestion-con-la-cvc-el-alcalde-jairo-ortega-samboni-logra-recursos-por-33-mil-millones-para-los-colectores-de-la-ptar-de-palmira>.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (2018). Ordenación de Cuencas y Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de Palmira, Valle de Cauca. <https://www.cvc.gov.co/carousel/3216-minambiente-propone-consejo-de-alto-nivel-para-revivir-conpes-y-recuperar-rio-cauca>

PMI. Project management institute. (2000). A Guide to the Mmanagement Body of Knowledge. Chapter 11. PMBOK Guide.

Project Management Institute. (2017). Guía del PMBOK®. Sexta edición, 2017.

Sánchez Silva, M. (2010). Instrucción a la confiabilidad y evaluación de riesgos: teoría y aplicaciones en ingeniería. 2ª ed. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Twenergy el portal de eficiencia energética de Endesa. La evolución de Plantas de tratamiento de Aguas Residuales. <https://twenergy.com/co/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>

Wikipedia. Valor ganado aplicado en proyectos según Metodología PMBOK 2013. https://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_del_valor_ganado

Wikipedia. Metodología PMI aplicada en proyectos y su importancia para proyectos. <https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto/Pmi>

<https://www.aulafacil.com/cursos/organizacion/sistema-de-gestion-del-valor-ganado/curva-s-l34405>

Wikipedia. Definición de PMI, IPD, BIM, proyecto arquitectónico y -cloud computing- (2016). wikipedia. Recuperado el 3 de agosto de 2015, de es.wikipedia.org

<http://biblus.accasoftware.com/es/plan-de-obra-cronograma/>

Patiño Ortiz, G. (2001). Planeamiento de un presupuesto de construcción. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

Puyana, G. (1982). Control integral de la edificación. Bogotá, D.C.: Bhandar Editores Ltda.

<https://conceptodefinicion.de/cronograma/>

<https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/10/la-importancia-del-pmbok-y-su-influencia-en-un-proyecto/>

<https://www.epm.com.co/site/nuestros-proyectos/modernizamos-nuestra-planta-de-tratamiento-de-aguas-san-fernando>

<https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/inauguran-en-bello-la-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-mas-grande-del-pais-370824>

H. T. Zacarías Torres, «Administración de Proyectos,» de Administración de Proyectos, México D.F., Grupo Editorial Patria, 2014, p. 629.

<https://www.epm.com.co/site/epm-inauguro-aguas-claras-la-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-mas-grande-y-moderna-del-pais>

<https://www.larepublica.co/economia/la-ptar-el-salitre-completa-un-avance-de-obra-de-80-e-iniciara-su-operacion-en-2021-2889165>

<https://caliescribe.com/es/politica/2013/06/08/4498-inconforme-asamblea-conpes-del-rio-cauca>

<https://www.pmicolombia.org/acerca-del-capitulo>

<https://www.dinero.com/edicion-impresa/management/articulo/gerencia-proyectos/35519>

J. Zaratiegui, «La Gestión por procesos: Su papel e importancia en la Empresa,» Economía Industrial, vol. VI, nº 330, pp. 81-88, 1999.

<https://www.palmira.gov.co/enlaces-de-interes/informacion-general-de-palmira>

http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/todossomospazcifico/Documentos%20compartidos/Gesti%C3%B3n%20ambiental%20y%20social/Marco_de_Gestion_Ambiental_y_Social_Guapi.pdf

J. Gido y J. P. Clements, «Administración Exitosa de Proyectos,» de Administración Exitosa de Proyectos, 5 ta ed., México D.F., Cengage Learning Editores, S.A., 2012, pp. 324-335.