



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Metodología de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en obras de las PTAR de Lima Metropolitana

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Pareja Robles, Jhonn Emerson	0000-0001-5896-090X
Vasquez Heredia, Liliana Mirelia	0000-0002-7066-2670

ASESOR(ES)

Barraza Eléspuru, Giuliana	0000-0002-5485-5456
----------------------------	---------------------

Lima, 14 de noviembre de 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico, en especial a mis hijos y esposo Eimy, Emiliano e Italo, por el apoyo y comprensión, así como el soporte que me dieron para seguir avanzando mi carrera profesional, en todo momento me alentaron a seguir adelante hasta terminar y cumplir mis objetivos propuestos (terminar la carrera. Así mismo a mi abuelita y mi tía por haberme transmitido sus valores y el deseo de superación.

Liliana Vásquez

Dedicarle este gran logro mi familia, mis tres hijos a mi esposa Kenny que siempre me ayuda y acompaña, por otro lado a mis padres por apoyarme en todo lo que tuvieron a su alcance para que sea profesional.

Jhonn Pareja

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo un especial agradecimiento a los docentes de la Universidad de Ciencias aplicadas de la facultad de ingeniería civil, por impartir sus conocimientos y experiencias los cuales nos ayudaron a ser profesionales responsables y competitivos y desarrollarnos en el ámbito laboral con eficiencia.

Así mismo a DÍOS porque siempre estuvo presente en nuestras vidas y momentos más difíciles, haciéndose presente para guiarnos por el justo sendero de amor y respeto hacia los demás.

RESUMEN

En los últimos años en Lima metropolitana, como parte del plan para contrarrestar brechas en la ejecución infraestructura de saneamiento (en especial de las PTAR), se está implementando la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, el mismo que constituye un reto a las entidades prestadoras de servicio por un déficit de inversión y más aún por la escasa disposición del pago de los usuarios ya que en las tarifas no se incluye los costos por la operación y mantenimiento. Debido a ello es necesario que las entidades que administran estos servicios, establezcan claros planes integrales de gestión tanto en el diseño, ejecución, operación y administración para llevar con éxito todas las etapas de los proyectos y lograr alcanzar los objetivos propuestos. El presente estudio se orientó a implementar una metodología de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las obras de PTAR de Lima y con ello incrementar las probabilidades de terminar las obras en el plazo previsto y así reducir el riesgo de incrementar costos por ampliaciones de plazo.

Palabras clave: Saneamiento, gestión del cronograma, métodos de gestión, retrasos en obras, plazo.

ABSTRACT

In the last ten years in metropolitan Lima, as part of the plan to close gaps in sanitation infrastructure, it consists of the construction of wastewater treatment plants, which constitutes a challenge to service providers due to a deficit of investment and even more so due to the limited willingness of users to pay since the rates do not include costs for operation and maintenance. Due to this, it is necessary for the entities that manage these services to establish clear comprehensive management plans in both design, execution, operation and administration to successfully carry out all stages of the projects and achieve the proposed objectives. The present study is aimed at implementing a schedule management methodology to reduce delays in sanitation works in Lima and thereby increase the probabilities of completing the works within the expected time frame and thus reduce the risk of increasing costs due to deadline extensions.

Keywords: Sanitation, Schedule management, management methods, delays in Works, deadline,

u201515858_Jhonn Emerson Pareja Robles_Metodología de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en obras de las PTAR de Lima Metropolitana

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.academia.edu Fuente de Internet	1%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
6	pmbok1.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	biblioteca2.ucab.edu.ve Fuente de Internet	<1%

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. EL PROBLEMA	1
II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
III. ESTADO DEL ARTE.....	3
IV. HIPÓTESIS.....	4
V. OBJETIVO GENERAL	4
VI. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
VII. LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	4
VIII. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	5
1. MARCO TEÓRICO	7
1.1. CONCEPTOS BÁSICOS	7
1.2. BASES DE LA GESTION DE PROYECTOS	8
1.3. PLANEAMIENTO	9
2. METODOLOGÍA.....	10
2.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	10
2.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	10
2.4. PROCEDIMIENTO.....	10
3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	12
3.1. MARCO REFERENCIAL.....	12
3.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	12
3.1.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	14
3.1.3. ENCUESTA	22
3.1.4. ÁMBITO LEGAL	26
3.2. ANÁLISIS DE MÉTODOS GESTIÓN DE CRONOGRAMAS.....	28
3.2.1. GESTIÓN DEL CRONOGRAMA	28
3.2.2. ANÁLISIS DE ATRASOS	30
3.3. DISEÑO DEL PLAN DE GESTIÓN DE CRONOGRAMAS.....	35
3.3.1. PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA	35

3.3.2.	PROCEDIMIENTO DE LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.....	38
3.3.3.	SEGUIMIENTO Y CONTROL	47
3.3.4.	ELABORACIÓN DEL MODELO DE CRONOGRAMA.....	49
3.3.5.	REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y MODELO	54
4.	CONCLUSIONES.....	58
5.	RECOMENDACIONES	59
I.	ANEXOS.....	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Definición de variables: para la elaboración de la metodología de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las PTAR de Lima.</i>	11
Tabla 2 <i>Resumen de proyectos estudiados</i>	14
Tabla 3 <i>Ficha técnica – Proyecto de la PTAR Pachacutec</i>	15
Tabla 4 <i>Ficha técnica – Proyecto de la ampliación PTAR Cieneguilla</i>	17
Tabla 5 <i>Ficha técnica – Proyecto de la PTAR Puente piedra</i>	18
Tabla 6 <i>Plazos del contrato – Proyecto Pachacutec</i>	19
Tabla 7 <i>Plazos del contrato – Proyecto Cieneguilla</i>	20
Tabla 8 <i>Plazos del contrato – Proyecto Puente Piedra</i>	20
Tabla 9 <i>Datos del contrato – Proyecto PTAR Pachacutec</i>	21
Tabla 10 <i>Datos del contrato – Proyecto PTAR Puente Piedra</i>	21
Tabla 11 <i>Datos del contrato – Proyecto ampliación PTAR Cieneguilla</i>	21
Tabla 12 <i>Resumen de la muestra</i>	22
Tabla 13 <i>Alternativas de la encuesta – Calidad del cronograma</i>	22
Tabla 14 <i>Problemas identificados vs Acciones tomadas</i>	28
Tabla 15 <i>Criterios de guías tomados</i>	29
Tabla 16 <i>Aplicación de métodos</i>	31
Tabla 17 <i>Tabla de asignación de responsabilidades</i>	36
Tabla 18 <i>Tabla para codificación de las EDT</i>	42
Tabla 19 <i>Tabla de parámetros de los 14 puntos del DCMA</i>	46
Tabla 20 <i>Escala de estimación</i>	55
Tabla 21 <i>Interpretaciones de aprobaciones</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Situaciones adversas según el sector</i>	2
Figura 2 <i>Impacto del tipo de situación adversa</i>	2
Figura 3 <i>Esquema de gestión de proyectos</i>	7
Figura 4 <i>Esquema de ciclo de vida de un proyecto</i>	7
Figura 5 <i>Esquema de una EDT</i>	9
Figura 6 <i>Esquemización del plan metodológico</i>	11
Figura 7 <i>Ubicación de las PTAR de Lima Metropolitana</i>	12
Figura 8 <i>Matriz de los STAKEHOLDER</i>	13
Figura 9 <i>Esquema de distribución de una PTAR</i>	14
Figura 10 <i>Esquema de adición de plazos durante la ejecución de la PTAR Pachacutec</i> ...	19
Figura 11 <i>Esquema de adición de plazos durante la ejecución de la ampliación PTAR Cieneguilla</i>	20
Figura 12 <i>Esquema de adición de plazos durante la ejecución de la ampliación PTAR Puente Piedra</i>	20
Figura 13 <i>Análisis de la calidad de cronogramas</i>	21
Figura 14 <i>Gráfico de calidad del cronograma Pachacútec</i>	23
Figura 15 <i>Gráfico de calidad del cronograma Cieneguilla</i>	23
Figura 16 <i>Gráfico de calidad del cronograma Puente Piedra</i>	24
Figura 17 <i>Gráfico de causas de retrasos</i>	25
Figura 18 <i>Grafico de acciones tomadas para mitigar retrasos</i>	25
Figura 19 <i>Grafico de acciones tomadas para mitigar retrasos</i>	26
Figura 20 <i>Esquema de las fases de un PIP según el SNPMGI</i>	27
Figura 21 <i>Esquema base para el plan de gestión de cronograma</i>	35
Figura 22 <i>Matriz de asignación de responsabilidades</i>	37
Figura 23 <i>Diagrama de funcionamiento PTAR</i>	38
Figura 24 <i>Diagrama de flujo</i>	39
Figura 25 <i>Jerarquía del cronograma</i>	41
Figura 26 <i>Esquema de actualización del cronograma</i>	48
Figura 27 <i>Estructura de jerarquía de la empresa</i>	50
Figura 28 <i>Estructura de desglose de trabajo</i>	51
Figura 29 <i>Hitos de control del proyecto</i>	52

Figura 30 <i>EDT de cronograma del proyecto con su responsable</i>	53
Figura 31 <i>Calidad del cronograma del proyecto</i>	54
Figura 32 <i>Resultado de la evaluación de expertos:</i>	57
Figura 33 <i>Validez de la evaluación de expertos:</i>	57
Figura 34 <i>Optimización del placo PTAR Pachacutec:</i>	58
Figura 35 <i>Encuesta a profesionales que participaron de la construcción de PTAR en Lima</i>	64
Figura 36 <i>Encuesta de validación del modelo</i>	65
Figura 37 <i>Vista de la Ruta crítica del proyecto del modelo generado</i>	66

INTRODUCCIÓN

i. El Problema

En la actualidad, los proyectos de construcción que se vienen ejecutando en el ámbito nacional y local, bajo la administración del estado peruano, tienen una alta probabilidad de no terminar en el plazo estimado en el contrato, muchos de ellos generados por actividades adicionales no previstas en el expediente técnico, mayores metrados, hechos fortuitos, vicios ocultos, dependencia de órganos externos, problemas sociales, aprobación de planos y permisos, retrasos de la construcción, etc.

Todas estas causas mencionadas en el párrafo anterior originan plazos adicionales por la implementación de actividades que no se estipulaba en el expediente técnico base y por los tiempos de espera de aprobaciones o liberaciones; algunas de ellas pueden impactar en la ruta crítica dando origen a ampliaciones de plazo e incremento del costo con respecto al presupuesto del contrato, para el cumplimiento del proyecto.

Después de realizar un estudio de los proyectos en obras de las PTAR, se sabe que en las licitaciones públicas debido al corto tiempo y presupuesto para presentar las propuestas, los contratistas no hacen un exhaustivo análisis a las especificaciones técnicas ni elaboran un plan de gestión del cronograma, sesgándose muchas veces a presentar cronogramas basados en tiempos recomendados en los términos de referencia, además que al hacer la selección del ganador el cliente se guía por la contratista que presenta el menor costo, motivo por el cual hay muchos proyectos que no cumplen los plazos ni la secuencia de trabajos establecidos en las propuestas, generando atrasos de las obras (Bragagnini, 2015).

Otro problema que se viene presentando en las obras de las PTAR, son las demoras en los procesos de adjudicación de proyectos debido a los procesos administrativos de las obras públicas, se van postergando y reformulando, las cuales toman tiempo hasta la adjudicación del contrato, la ingeniería queda desfasada debido a los constantes cambios que se viene presentando a lo largo del tiempo. Esto también trae como consecuencia que los proyectos se retrasen una vez adjudicados.

En la siguiente figura, se observa el número problemas (situaciones adversas) más recurrentes en el sector construcción, originados en la ejecución de obras en lima metropolitana. Remarcando las ocurridas en el sector de saneamiento y su % de incidencia en el marco general.

Figura 1*Situaciones adversas según el sector*

Función	N° de situaciones adversas	%
Transportes	137	58,8
Educación	26	11,1
Salud	25	10,7
Riego	18	7,7
Saneamiento	16	6,8
Cultura	6	2,6
Interior	2	0,9
Producción	2	0,9
Energía	1	0,5
Total	233	100,0

Nota. De “Programa de Cooperación al Desarrollo Económico”, por Montero, 2023.

Del total de problemas ocurridos, el 76 % se dieron en la etapa de construcción del proyecto, mientras que el 13% se dio durante el desarrollo del expediente técnico, un 2% en el proceso de contratación y un 9 % que correspondes a otros.

Así mismo en la siguiente figura se muestra un listado del tipo problemas recurrentes en obras de saneamiento y su impacto en el plazo de la obra.

Figura 2*Impacto del tipo de situación adversa*

N°	Tipo	N° de situaciones adversas	Impacto en plazo	Impacto en costo	Impacto en alcance / calidad
1	Incumplimiento durante la ejecución de obra de aspectos técnicos normativos y/o considerados en el Expediente Técnico	21	X	X	X
2	Atraso en la ejecución de las obras	13	X	X	
3	Desarrollo de Expediente Técnico incumpliendo normativa técnica y/o aprobación del Expediente Técnico sin el sustento correspondiente	13	X	X	X
4	Aprobación de mayores trabajos de obra / prestaciones adicionales sin sustento y/o no cumplen requisitos	10	X	X	X
5	Inconsistencia en la valorización de obra	10	X	X	X
6	Falta / demora en entrega de áreas / terrenos	9	X	X	
7	Incumplimiento / deficiencias de las labores de supervisión	9		X	X
8	Falta de registro de información del proyecto en los aplicativos correspondientes	8	X		
9	Ampliación de plazo del convenio/contrato, costos y/o gastos generales sin sustento o bajo condiciones inadecuadas	7	X	X	X
10	Contratación de pólizas sin cumplir los requerimientos / pólizas sin cobertura	7		X	
11	Falta / demora en el saneamiento físico legal y liberación de interferencias	6	X	X	
12	Incumplimiento de medidas de seguridad, plan de mantenimiento, seguridad vial y/o de implementación del plan de seguridad y salud en el trabajo	6		X	X
13	Incumplimiento de requisitos de perfil profesional	6		X	X
14	Incumplimiento del plan para la vigilancia, prevención y control de COVID-19 en el trabajo	6		X	

Nota. De “Programa de Cooperación al Desarrollo Económico”, por Montero, 2023.

Según estudios realizados, el uso de métodos y herramientas de gestión aumenta las posibilidades de mejorar y hacer frente a dificultades del proyecto. Esta metodología debe ser definido para cada proyecto en base a su naturaleza e intereses.

El PMBOK, es una guía para la dirección de proyectos, que contiene métodos y técnicas que al aplicarlas aumenta las probabilidades de cumplir con éxito los objetivos de los proyectos. Así mismo, la AACE Internacional (Association for the Advancement of Cost Engineering), tiene como objetivo la dirección de proyectos y esta es recomendada para proyectos de construcción; cuyo enfoque de esta guía, es la documentación de los elementos necesarios para las bases de la programación y elaboración del cronograma.

En el presente trabajo de investigación, se presentará una metodología de gestión del cronograma, que ayude a reducir probables retrasos en las obras de PTAR en Lima, empleando bases y lineamientos de gestión propuestos en las guías; para poder alcanzar los objetivos planteados.

Implementar una metodología de gestión de cronograma, es importante para toda entidad, ya que permite aumentar las probabilidades de que los proyectos logren alcanzar con éxito sus objetivos, existe una mayor probabilidad de cumplir con los plazos del contrato y reduce el riesgo de paralizar la ejecución de obras.

ii. Formulación del Problema

¿La implementación de una metodología de gestión del cronograma, podrá reducir probables retrasos en las obras de las PTAR de Lima Metropolitana?

iii. Estado del Arte

La construcción es una de las industrias más inestables del mercado y las demoras en resolución de los problemas suelen ocasionar sobrecostos, controversias entre las partes, proyectos inconclusos, litigios y extensión de plazos (Tafazzoli & Shrestha, 2017). Según el estudio realizado se identificaron como principales factores que producen retrasos en la construcción a: mala planificación del contratista, falta de financiamiento para terminar la obra, errores durante la construcción, escasa comunicación entre las partes, inexperiencia del contratista, procesos largos en la toma de decisiones del cliente, cambios de diseño por deficiencia en la ingeniería, incumplimientos de los subcontratistas, baja productividad en la construcción, tiempos de espera para la aprobación de estudios, pruebas y aprobaciones (Pazmiño Rodríguez & Calle Castro, 2021). Mediante la aplicación del método de gestión

(redes Bayesianas) se puede analizar los diferentes escenarios y evaluar las probabilidades de atrasos en actividades, considerando diferentes factores y porcentaje de ocurrencia en la ejecución de la obra actualizando la información periódicamente, para la aplicación de este método se hace simulaciones de ocurrencias de eventos inciertos de acuerdo a probabilidades usando software de distribución triangular y nodos discretos (Guillermo Mejía & Jaime Gutiérrez, 2022)

iv. Hipótesis

Mediante la implementación de una metodología de gestión del cronograma se podrá reducir probables retrasos en las obras de las PTAR de Lima.

v. Objetivo General

Diseñar una metodología de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las obras de las PTAR de Lima.

vi. Objetivos Específicos

- Investigar la mayor cantidad de causas que originan retrasos en las obras de las PTAR de Lima, mediante entrevistas y encuestas a los especialistas de PTAR, para clasificar a las de mayor incidencia en el cumplimiento del plazo.
- Establecer los métodos de planificación que ayuden a identificar causas de retrasos de las obras de las PTAR de Lima, y proponer planes de mitigación.
- Elaborar un modelo de cronograma de alto nivel en se pueda incluir actividades de riesgo y hechos fortuitos que podrían impactar en el plazo de las obras de saneamiento, el cual nos ayude a emitir alertas tempranas para su mitigación.
- Mediante juicio experto, verificar si la metodología de gestión de cronograma puede ayudar a reducir retrasos en las obras de las PTAR en Lima.

vii. Limitaciones del proyecto

El uso de información es limitado, ya que las obras de las PTAR de Lima, están bajo la administración pública, pudiendo utilizar a favor del proyecto la información de uso público que se encuentra en plataformas de libre accesibilidad y disposición.

Indistintamente, SEDAPAL empresa estatal encargada de gestionar y administrar la mayor parte de las obras y servicios de saneamiento en Lima Metropolitana, la cual exige a las empresas contratistas confidencialidad con la información derivada durante todo el proceso de inicio, ejecución y operación de las obras y proyectos. Esto genera limitaciones en el uso de la información, por lo que los datos usados para esta investigación se han obtenido de la

observación, encuestas a personal clave que participaron en la ejecución de obras de saneamiento y datos de documentos publicados en las páginas oficiales de la entidad.

viii. Descripción del Contenido

El presente trabajo de investigación se ha basado en un problema recurrente en las obras de las PTAR de Lima Metropolitana, ya que tienen una alta probabilidad de no terminar en el plazo previsto, debido a una serie de factores no analizados ni previstos en fases tempranas a su ejecución, generando retrasos en las fechas de finalización, mayores costos y malestar en la población.

En el marco teórico se definen conceptualmente herramientas y métodos, empleados en gestiones de cronogramas exitosas las cuales ayudaran a definir una metodología de gestión de cronograma que ayude a reducir probables retrasos en las obras de las PTAR de Lima.

De los tres proyectos analizados, se pudo obtener características técnicas y constructivas, de las cuales además no pudieron ejecutarse en el plazo previsto en el contrato, obteniendo plazos adicionales debido a factores que no fueron previstos en su etapa de diseño ni en la adjudicación del contrato, generando disputas entre el contratista y cliente, además de generar mayores costos.

Mediante la investigación cualitativa, utilizando la recolección de datos basado en entrevistas y encuestas a ingenieros encargados del control de proyectos que hayan participado en la ejecución de los proyectos analizados, se obtiene la mayor cantidad de causas que originan retrasos en las obras de las PTAR de Lima metropolitana y se clasificaron las causas de mayor incidencia en el cumplimiento del plazo.

Según las guías para la dirección de proyectos y métodos de planificación se podrá identificar causas que generan retrasos en las obras de las PTAR de Lima y proponer planes de mitigación a fin de aumentar las probabilidades de cumplir con éxito el plazo propuesto.

Para elaborar el modelo de cronograma se usan los métodos seleccionados e incluyen parámetros de riesgo, se define un EDT y secuencia-miento, lógico. Este modelo debe ayudar a un óptimo control del plazo y a identificar posibles retrasos en el plazo, mapeando alertas tempranas para su mitigación.

Posteriormente se diseña una metodología de gestión de cronograma que ayude a reducir retrasos en las obras de las PTAR de Lima.

Esta metodología se evalúa bajo criterios del juicio de expertos, con experiencia en gestión y control de cronogramas de obras de pantas de tratamiento de aguas residuales; y determinar

so la metodología de gestión del cronograma propuesto ayudaría a reducir probables retrasos en las obras de las PTAR de Lima.

1. MARCO TEÓRICO

1.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Proyecto: esfuerzo con tiempo definido, destinado para crear un producto o servicio el cual tiene características específicas y únicas. (Muñoz, 2018)

Proyecto de construcción: tipo de proyectos que son el resultado de un estudio de inversión y el cual responde a las necesidades para una población a servir, estos proyectos, lo realizan personas con recursos limitados los cuales deben ser planificados y controlados. (Muñoz, 2018)

Gestión de proyectos: aplicación de un conjunto de habilidades, conocimientos, técnicas y herramientas para manejar de manera eficaz y eficiente un proyecto.

Figura 3

Esquema de gestión de proyectos

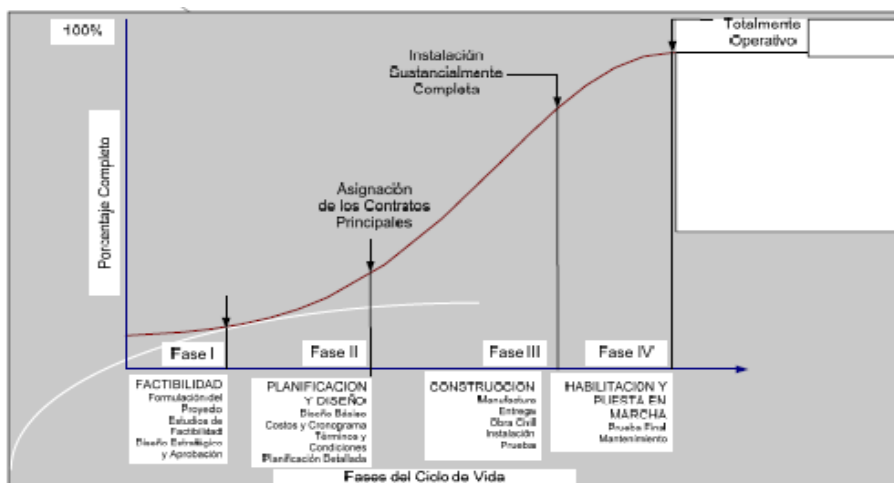


Nota. De “Conceptos esenciales de gestión”, por R. Muñoz, 2017.

Ciclo de vida de un proyecto de construcción: se refiere a las fases o etapas por las que atraviesa el proyecto, desde su concepción hasta la puesta en marcha. En el cual intervienen típicamente el cliente, el diseñador y constructor.

Figura 4

Esquema de ciclo de vida de un proyecto



Nota. De “Introducción a la Planificación”, por A. Días, 2019.

Gestión del cronograma: procedimiento para poder establecer políticas secuencias y documentos que se requiere y para desarrollar, planificar, gestionar, ejecutar y controlar al cronograma de un determinado proyecto. (Guerrero, 2018)

Planificación y control: al planificar se prevén planes, procedimiento, recursos, permisos, entre otros y poder lograr con éxito los objetivos del proyecto. En el control no solo se corrige, también se identifica oportunidades de poder logra un trabajo más eficiente y mejorar el desempeño del proyecto. (Muñoz, 2018)

Planeamiento; definir las actividades a realizar para lograr una meta, priorizándolas analizando las relaciones lógicas para posteriormente ordenarlas secuencialmente en tiempos. El resultado es el plan de ejecución de la obra.

Programación; establecer cuanto va a durar, así como su inicio y fin de cada actividad, también se determina un calendario de trabajo para las actividades con secuencias lógicas incluyendo los recursos que se van a emplear para cumplir el plan de ejecución de la obra.

Retraso; son aquellos eventos que originan extensiones de los tiempos establecidos para la ejecución de una obra, estas extensiones se reflejan cómo días adicionales para completar los trabajos ocasionando ampliaciones del plazo y probables cambios en el alcance del proyecto.

Plazo; es el tiempo que se establece al momento de firmar los contratos para la ejecución de las obras, cuyo tiempo es el que se dispone para la construcción de la obra en mención.

Retrasos de obra en las PTARS; En la actualidad se tiene, proyectos importantes paralizados ya sean reservorios, PTAR, PTAP, por diversos motivos, como por ejemplo adicionales, mal presupuesto del contratista, contratista con falta de experiencia, expediente técnico mal elaborado, etc.

1.3. BASES DE LA GESTION DE PROYECTOS

Alcance: una de las bases de la gestión es definir lo que se quiere lograr y fijar los requisitos del proyecto, conformando este punto de referencia, la EDT (estructura de desglose del trabajo) y el diccionario EDT. (Guerrero, 2018)

Tiempo: es la definición del plazo que durante el cual se va a ejecutar un proyecto, lo conforma el documento que forma este punto de referencia es el cronograma. (Guerrero, 2018)

Costo: esta referencia define el presupuesto, monto con el cual se va a ejecutar el proyecto, de allí es necesario desarrollar la curva S para el proyecto. (Guerrero, 2018)

Calidad: esta referencia inicia con la definición de la calidad del proyecto, indicando el tipo de servicio que logrará el producto del proyecto. (Guerrero, 2018)

1.4. Planeamiento

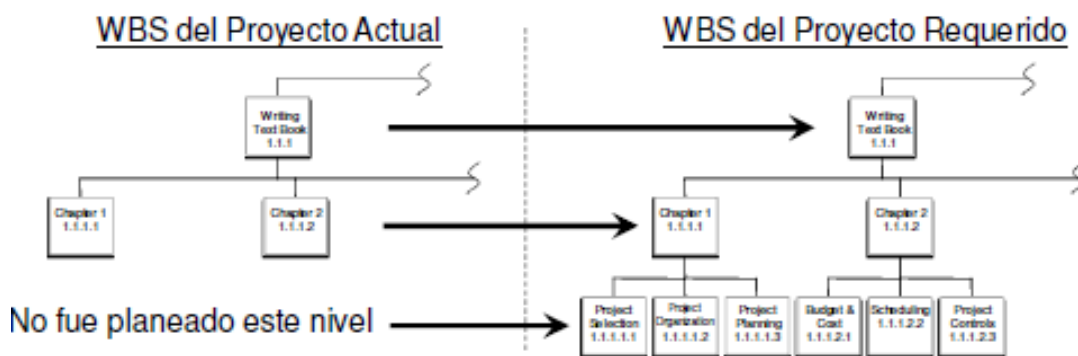
Para realizar un óptimo planeamiento de los proyectos se debe implementar o revisar algunas herramientas como:

- **Elaborar de una EDT;** que es la descomposición jerárquica orientado al entregable, del trabajo que será ejecutado y organizándolos en paquetes de trabajo, para cumplir con los objetivos del proyecto. Una EDT, organiza y define el alcance de todo el proyecto. (Días, 2019)
- **Evaluar estrategias;** en base a la ubicación, procesos requeridos para la ejecución, funcionalidad de las áreas y o disciplinas y así determinar la organización de los entregables pudiendo asignar responsabilidades y roles. (Días, 2019)
- **Definir los niveles de la programación;** Cada nivel que desciende representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. Según lo requiera el proyecto se debe definir su nivel de detalle. (Días, 2019)

El primer nivel de la jerarquía siempre es el proyecto y el último nivel son los paquetes de trabajo. (Días, 2019)

- **Definir los métodos de la programación;** teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto se identifican métodos a aplicar para la programación (Top-Dow, Botton – Up, etc) y lograr con éxito el programa del proyecto. (Días, 2019)

Figura 5
Esquema de una EDT



Nota. De “Introducción a la Planificación”, por A. Días, 2019.

2. METODOLOGÍA

2.2. Nivel de Investigación

En el presente estudio, se realiza la investigación de manera descriptiva, con un nivel de investigación analítica.

2.3. Diseño de Investigación

En general el diseño de la investigación se va a realizar en base al histórico de sucesos que ocasionan variaciones al diseño y generan retrasos en las obras de las PTAR de Lima. Para evaluar los resultados se elaborará un modelo de cronograma aplicando una metodología de gestión de cronograma que permita contrastar resultados.

Esta investigación iniciara con la recopilación de datos en las obras de las PTAR de Lima, mediante una encuesta a los responsables del control del cronograma para obtener información de las causas de los retrasos en la construcción, acciones tomadas para corregir retrasos utilizando las técnicas y herramientas empleadas.

Por otro lado, se investigará los métodos de planificación, que ayuden a identificar causas de retrasos en las obras de las PTAR de Lima, y proponer planes de mitigación.

Se diseñará la metodología de gestión de cronograma, teniendo en cuenta las causas de ampliaciones de plazo más comunes, para a reducir probables retrasos en las obras de PTAR de Lima, que servirá como base para elaborar el modelo.

Definida la metodología, se elaborará un modelo de cronograma de alto nivel en se pueda incluir actividades no previstas y hechos fortuitos que podrían impactar en el plazo de obras de las PTAR de Lima, el cual nos ayude a identificar alertas tempranas para su mitigación; esta metodología y modelo se validará mediante juicio experto.

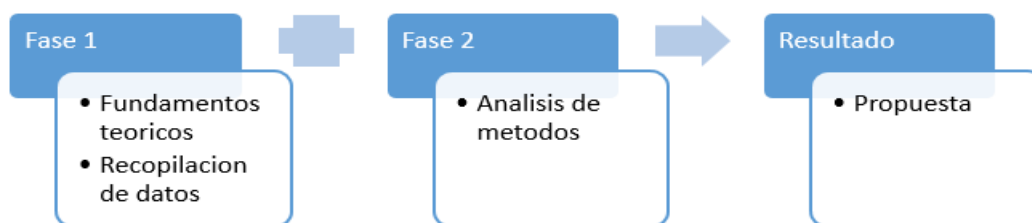
2.4. Procedimiento.

2.4.1. Definición y operación de variables

En la figura a continuación se presenta un esquema para definir las variables del plan metodológico.

Figura 6

Esquematación del plan metodológico



En este estudio el plan metodológico se ha definido en base a dos variables:

Independiente: que contiene el análisis de información existente referente al tema, obtenida mediante la recolección de datos de las encuestas, tres ejemplos de obras de PTAR de Lima cuya información está disponible al público, y análisis de métodos aplicados en este estudio.

Dependiente: planteamiento de la propuesta, en base a la información analizada.

Tabla 1

Definición de variables: para la elaboración de la metodología de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las PTAR de Lima.

Variable	Definición de variable	Dimensiones	Indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE	Marco referencial	Descripción general	Localización Entorno
		Recopilación de información	Datos técnicos Plazos contractuales Modalidad de contrato
		Encuesta	Muestra Resultados
		Ámbito legal	Normas y reglamentos Términos de referencia
	Análisis de métodos de gestión de cronogramas	Gestión de cronograma	PMBOK AACE CPM
		Análisis de atrasos	Método Time Impacto Analysis [TIA] Método Impacto As-planned Método Window Analysis Método Contemporáneos Periodo Analysis [CPA] Método Collapse As-built Método As-planned vs. As-built
VARIABLE DEPENDIENTE	Diseño del plan de gestión de cronograma	Propuesta	Propuesta de metodología de gestión de cronograma para reducir retrasos en las PTAR de Lima
		Simulación	Elaboración de modelo de cronograma
		Resultado	Evaluación mediante juicio experto

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1. MARCO REFERENCIAL

3.1.1. Descripción general

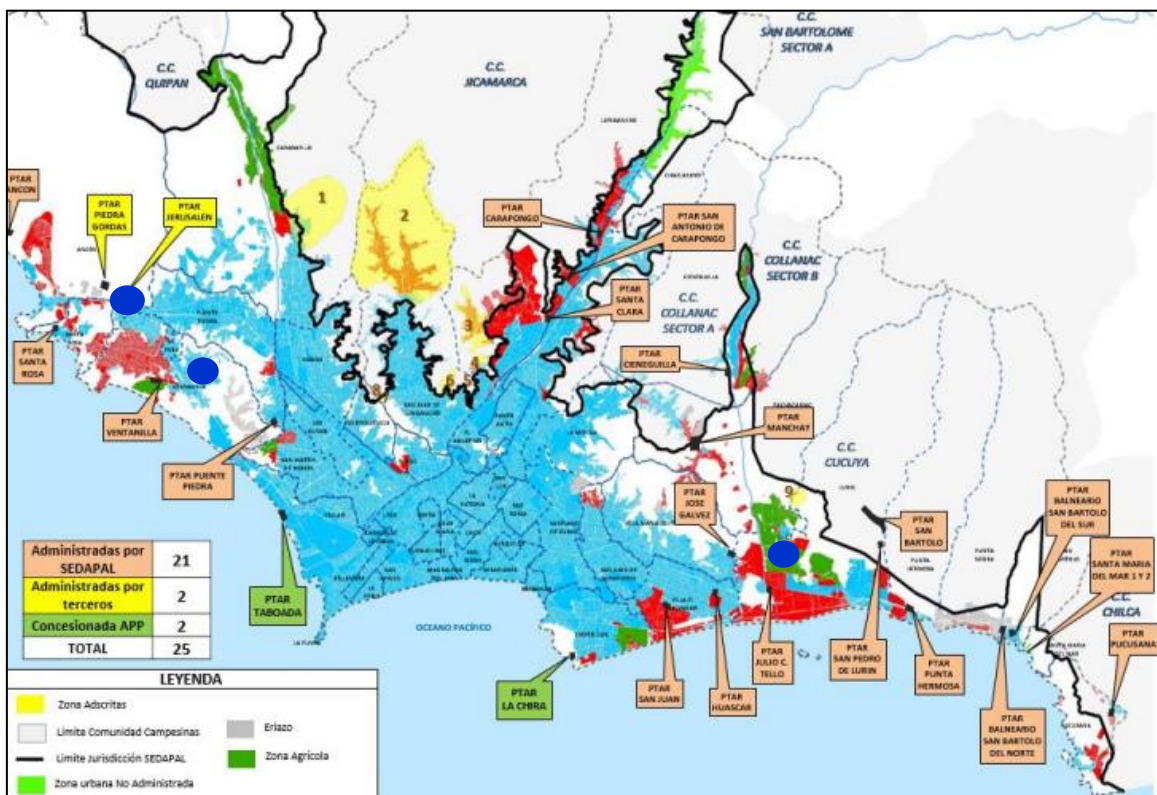
3.1.1.1. Localización

La presente investigación se centra en el análisis de las obras de las PTAR de Lima Metropolitana, de las cuales el 84% son administradas por SEDAPAL.

La figura siguiente, muestra la localización de las PTAR, en Lima metropolitana.

Figura 7

Ubicación de las PTAR de Lima Metropolitana



Nota. De “Ubicación de las PTAR de Lima Metropolitana”, por SEDAPAL, 2021

Como se observa en el gráfico las PTAR de Lima, de las cuales 21 de ellas son operadas por SEDAPAL; indicando en círculos de color azul las PTAR analizadas en el presente estudio.

3.1.1.2. Entorno

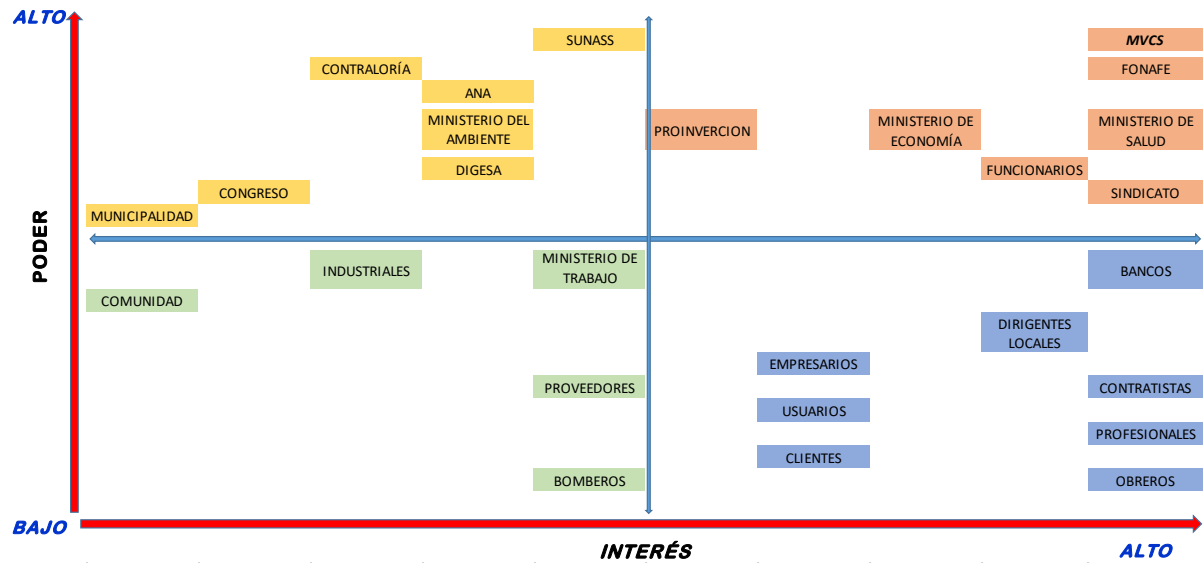
Los proyectos evaluados, fueron construidos por SEDAPAL, cuya empresa pertenece al Estado Peruano gestionada bajo el derecho privado. Empresa constituida como sociedad

anónima bajo responsabilidad del ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento con potestad administrativa, financiera, técnica y económica. (CFR & SEDAPAL, 2016).

Es importante definir a los “STAKEHOLDERS” que tienen relación directa con SEDAPAL identificándolos a los que tienen incidencia en la definición del plazo. A continuación, se ha elaborado una matriz que ayudará a identificar a los interesados y determinar su nivel de poder e interés.

Figura 8

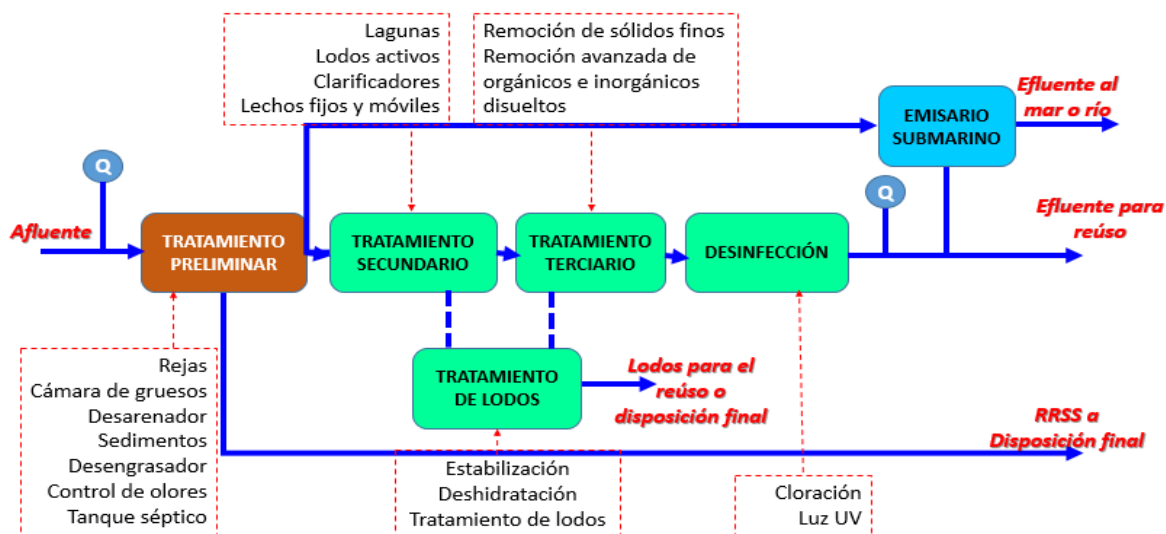
Matriz de los STAKEHOLDER



A continuación, se muestra un esquema de distribución general de los componentes típicos de las PTAR, que operan en Lima, con algunas variaciones en sus componentes de acuerdo a las características técnicas de cada proyecto y su efluente (hacia donde se realiza el vertido del fluido después del tratamiento correspondiente).

Figura 9

Esquema de distribución de una PTAR



De las tres PTAR evaluadas en el presente estudio, se analizaron los datos de la etapa de construcción de las cuales se pudieron obtener las causas que originaron retrasos con respecto al plazo contractual e información sobre la gestión del cronograma planteada.

A continuación, se presenta una tabla de las PTAR estudiadas:

Tabla 2

Resumen de proyectos estudiados

Localidad	Nombre del Proyecto	Plazo contractual de construcción (Días)	Plazo real de construcción (Días)	Variación en (Días)	Estado de PTAR
VENTANILLA	PTAR PACHACUTEC	420	1635	1215	En construcción
CIENEGUILLA	PTAR CIENEGUILLA - AMPLIACIÓN	365	678	313	Operativo – Ampliación paralizada
CALLAO	PTAR PUENTE PIEDRA	780	1276	496	Operativo

Como se observa en la tabla 3-1 los proyectos estudiados no terminaron en el plazo contractual, desviándose en general un porcentaje superior al 50% del plazo contractual.

3.1.2. Recopilación de información

A continuación, se muestran los componentes de las PTAR analizadas.

3.1.2.1. Datos técnicos

Tabla 3

Ficha técnica – Proyecto de la PTAR Pachacutec

PTAR PACHACUTEC - VENTANILLA	
Área	Componentes
• TRATAMIENTO PRIMARIO	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara de gruesos • Cámara de rejas • Desarenador • Cámara de Bombeo • Sala de sopladores y tableros • Control de olores • Medidor de caudal • Distribución
TRATAMIENTO SECUNDARIO	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques de aireación (4) • Clarificadores (4) • CRL (2) • Turbo-sopladores (2) • Cajas de ingreso y salida • Cámara medidor de lodos • Cámara medidor de Espesadores de los • Cámara de distribución
TRATAMIENTO DE LODOS	<ul style="list-style-type: none"> • Espesadores de lodos (2) • Tanque aireador de lodos • Sala de soplador de lodos • Centrifugas • Secador de lodos • Sala de bombas • Cámara de válvulas
DESINFECCION	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara medidor de caudal • Sala de Cloración • Cámara de desinfección • Cámara de bombeo
SERVICIOS COMPLEMENATRIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo electrógeno (2) • SSEE (2) • Laboratorio • Almacén • Taller • Administración • Cámara de bombeo • Servicio de control y vigilancia
EMISARIO TERRESTRE EMISARIO SUBMARINO	<ul style="list-style-type: none"> • Emisor terrestre • Cámara de carga • Emisor terrestre • Colector de descarga submarino



Tabla 4*Ficha técnica – Proyecto de la ampliación PTAR Cieneguilla*

AMPLIACIÓN PTAR CIENEGUILLA	
Área	Componentes
Pretratamiento	<ul style="list-style-type: none">• Acondicionamiento• Pozo de gruesos
Tratamiento Primario	<ul style="list-style-type: none">• Cámara de rejillas• Desarenador
Tratamiento secundario	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de lodos activados extendida• Tanques de aireación (2)• Sedimentador en forma alternada (1)• Unidad de aireación (1)
Tratamiento avanzado	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de homogenización de lodos• Sistema de deshidratación de lodos• Sistema de secado de lodos• Centrifugas
Desinfección	<ul style="list-style-type: none">• Cloración
Disposición final	<ul style="list-style-type: none">• Vertido al río Lurín



Tabla 5*Ficha técnica – Proyecto de la PTAR Puente piedra*

PTAR PUENTE PIEDRA	
Área	Componentes
Pretratamiento	<ul style="list-style-type: none">• Cámara de rejas• Desarenador• Desengrasador• Sistema de ventilación
Tratamiento biológico	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de lodos activados• Tanques de aireación (2)• Sedimentador en forma alternada (1)• Unidad de aireación (1)
Sistema de desinfección	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de cloración
Tratamiento de lodos	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de homogenización de lodos• Sistema de deshidratación de lodos• Sistema de secado de lodos• Centrifugas



3.1.2.2. Plazos

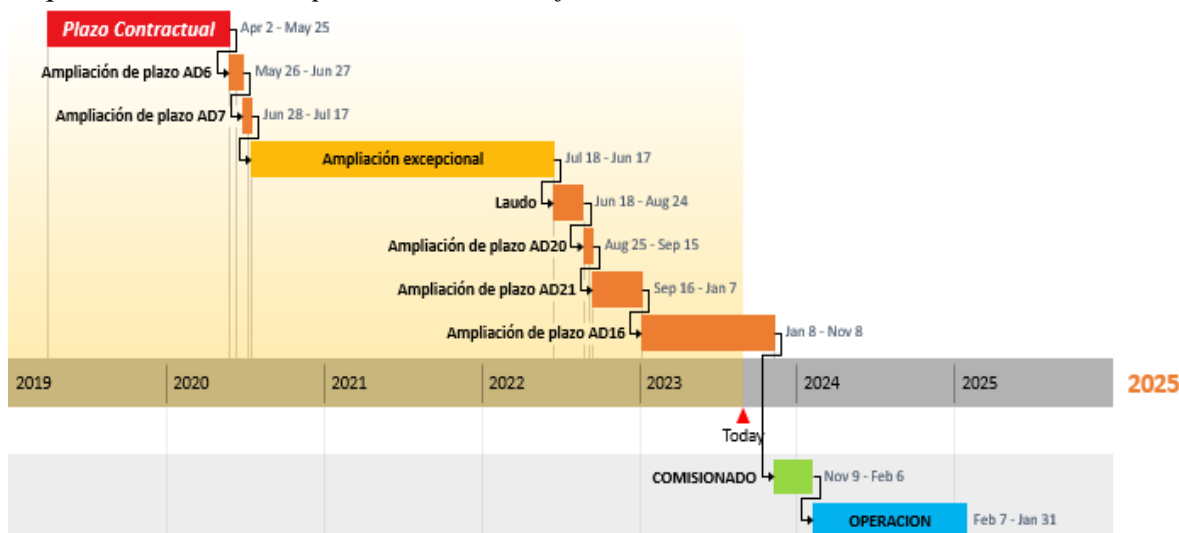
En el presente ítem, se describen los plazos contractuales y las ampliaciones de plazos de los proyectos de PTAR analizados.

El proyecto PTAR Pachacutec debido a diversos acontecimientos no previstos, tuvo un plazo adicional de 1262 días calendarios, iniciando su construcción el 02.04.2019 y su fin está previsto para el 08.11.2023.

Tabla 6*Plazos del contrato – Proyecto Pachacutec*

Plazos del proyecto	N° en días calendarios
Plazo del contrato	420 días calendarios
Ampliación de plazo N°01 por AD-06	33 días calendarios
Ampliación Excepcional de Plazo	700 días calendarios (COVID)
Ampliación de plazo N° por AD 13	38 días calendarios
Ampliación Laudo Nª 02 10	30 días calendarios
Ampliación de plazo N°03 por AD 20	22 días calendarios
Ampliación de plazo N°04 por AD 21	114 días calendarios
Ampliación de plazo N°05 por AD 16	305 días calendarios
TOTAL	1682 días calendarios

Resumiendo, todos los plazos contractuales y adicionales se obtuvo el siguiente gráfico:

Figura 10*Esquema de adición de plazos durante la ejecución de la PTAR Pachacutec*

A continuación, se muestra una tabla de los plazos para la ejecución de la ampliación de la PTAR Cieneguilla donde se observa que el plazo se extendió en 313 días calendarios sobre el plazo contractual; sin embargo, debido a que el cliente no reconoció el plazo total solicitado por la contratista esta decidió resolver el contrato.

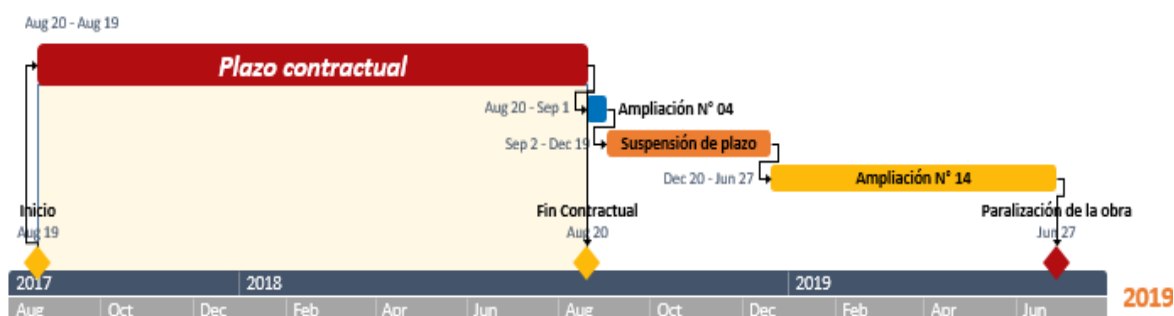
Tabla 7

Plazos del contrato – Proyecto Cieneguilla

Plazos del proyecto	N° en días calendarios
Plazo de ejecución contractual	365 días calendarios
Ampliación de plazo N° 1 por AD-04	12 días calendarios
Ampliación de plazo N° 1 por AD-14	192 días calendarios
Suspensión del plazo	109 días calendarios
Resolución del contrato	27.06.2019
TOTAL	678 Días calendarios

Figura 11

Esquema de adición de plazos durante la ejecución de la ampliación PTAR Cieneguilla



Durante la ejecución de la PTAR Puente Piedra; hubo acontecimientos no previstos en el plazo contractual que originaron 496 días adicionales en la etapa de construcción.

Tabla 8

Plazos del contrato – Proyecto Puente Piedra

Plazos del proyecto	N° en días calendarios
Plazo de ejecución contractual	780 días calendarios
Ampliación de plazo por AD-10	346 días calendarios
Suspensión del plazo	150 días calendarios
Fin	03.02.2013
TOTAL	678 Días calendarios

Figura 12

Esquema de adición de plazos durante la ejecución de la ampliación PTAR Puente Piedra



Como resumen de los proyectos estudiados, la gráfica que se muestra a continuación muestra el resultado de la calidad de los cronogramas contractuales de los proyectos en estudio, analizados bajo la metodología de “DCM 14 POIN”, donde se puede observar deficiencia en la mayoría de los puntos del análisis.

Figura 13

Análisis de la calidad de cronogramas

PROYECTOS	DCMA 14 Point														Puntuación		
	1. Logic	2. Leads	3. Lags	4. SS/FF Relations	4. SF Relations	5. Hard Constraint	6. High Float	7. Negative Float	8. High Duration	9. Invalid Forecast Dates	9. Invalid Actual Dates	10. Resources	11. Misled Activities	12. Critical Path Test		13. CPU	14. BBI
PTAR	95	4	229	243	1	0	550	14	463	2	4	612	422	X	0.95	0.18	36
PACHACUTEC	16%	0%	25%	26%	0%	0%	90%	2%	76%	0%	1%	100%	100%				
PTAR	104	1	231	244	1	0	571	13	479	2	3	635	428	✓	0.98	0.17	35
CIENEGUILLA	16%	0%	24%	26%	0%	0%	90%	2%	75%	0%	1%	100%	100%				
PTAR	150	10	300	295	10	0	621	21	524	2	3	710	325	X	0.9	0.15	35
PUENTE PIEDRA	25%	0%	30%	35%	0%	0%	90%	4%	79%	0%	1%	100%	100%				

3.1.2.3. Modalidad de contratos

SEDAPAL, se rige bajo la Ley de Contrataciones del Estado, aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1017 y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 184-2008-EF; por tanto; serán absueltas bajo sus alcances.

Se muestran información de los contratos de los proyectos estudiados:

Tabla 9

Datos del contrato – Proyecto PTAR Pachacutec

Contrato de la obra	N° 044-2019-SEDAPAL
Sistema de licitación	L.P. N° 0001-2018-SEDAPAL Segunda Convocatoria
Sistema de contratación	Mixto (a precios unitarios y a suma alzada)
Modalidad de contratación	Llave en mano

Tabla 10

Datos del contrato – Proyecto PTAR Puente Piedra

Contrato de la obra	N° 018-2009-SEDAPAL
Sistema de licitación	L.P. N° 0035-2016-SEDAPAL
Sistema de contratación	Mixto (a precios unitarios y a suma alzada)
Modalidad de contratación	Llave en mano

Tabla 11

Datos del contrato – Proyecto ampliación PTAR Cieneguilla

Contrato de la obra	N° 153-2017-SEDAPAL
Sistema de licitación	L.P. N° 0048-2016-SEDAPAL
Sistema de contratación	Mixto (a precios unitarios y a suma alzada)
Modalidad de contratación	Llave en mano

3.1.3. Encuesta

En la presente investigación se obtuvo información, mediante entrevistas a los especialistas que participaron en la construcción de 3 tres PTAR en Lima Metropolitana.

La población de la presente investigación son todos los proyectos de PTAR construidos en Lima Metropolitana.

Tomando como muestra a proyectos con similares características tanto técnicas como de procesos de construcción, la cual nos ayudará a identificar la mayor cantidad de sucesos que podrían originar retrasos en la ejecución de las PTAR de Lima metropolitana.

3.1.3.1. Muestra:

Tabla 12

Resumen de la muestra

N° de muestra	Nombre de obra
Obra 01	PTAR PACHACUTEC
Obra 02	PTAR PUENTE PIEDRA
Obra 03	PTAR CIENEGUILLA – AMPLIACIÓN

3.1.3.2. Resultados

Después de realizar las encuestas a los ingenieros especialistas que participaron en la ejecución de los proyectos de esta muestra se obtuvo datos generales y específicos.

La encuesta estuvo orientada para obtener dos tipos de inputs, el primero para evaluar el plan de gestión del cronograma y la calidad del cronograma, cuyos resultados ayudara a definir deficiencias en la planificación y control en la ejecución de proyectos y proponer soluciones ante estas deficiencias. El segundo se orientó para conseguir datos sobre causas que originan extensión de los plazos en la ejecución de obras en las PTAR de Lima.

Para obtener información sobre la calidad del cronograma se realizaron 15 preguntas y cada una con 5 alternativas a escoger según sea sus experiencias del profesional encuestado:

Tabla 13

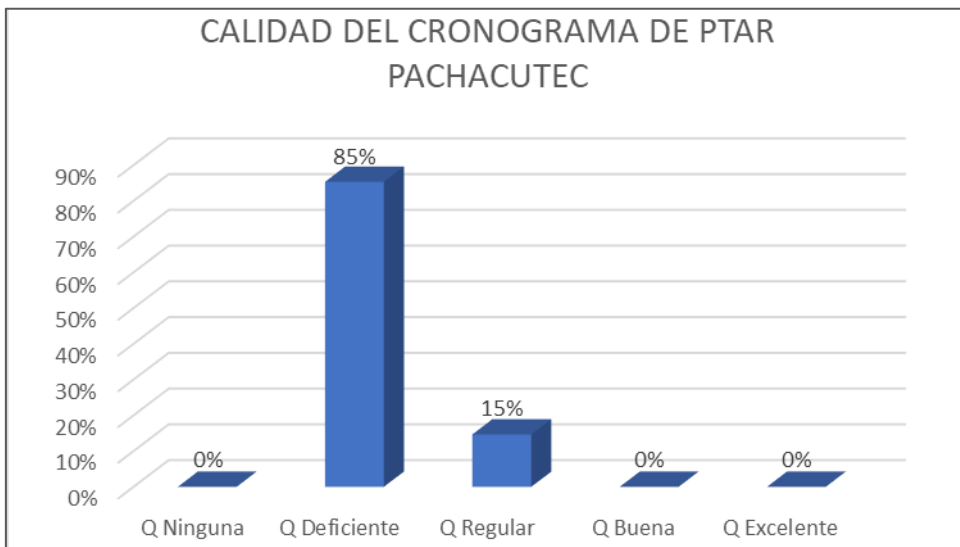
Alternativas de la encuesta – Calidad del cronograma

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

De la encuesta planteada se obtuvo de manera general:

Figura 14

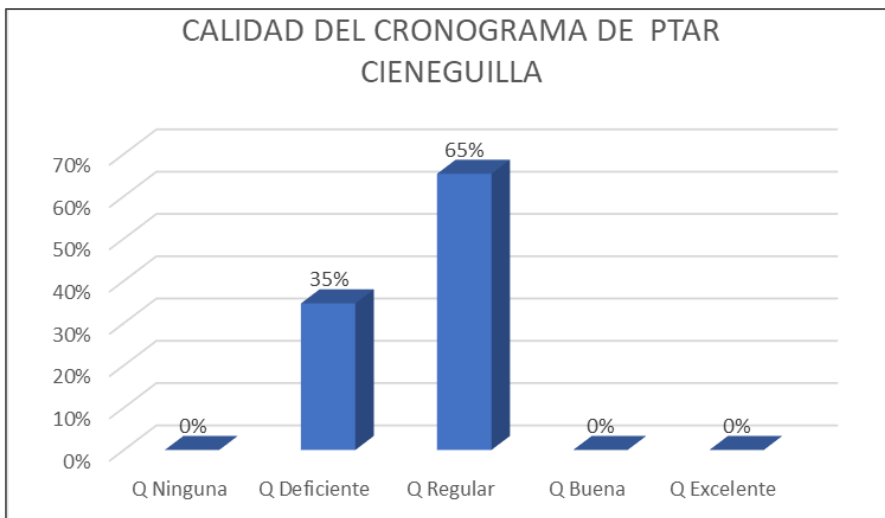
Gráfico de calidad del cronograma Pachacútec



En el proyecto Pachacutec, los especialistas estiman que de los procesos de planificación el 85% son deficientes y el 15% de los procesos son regulares.

Figura 15

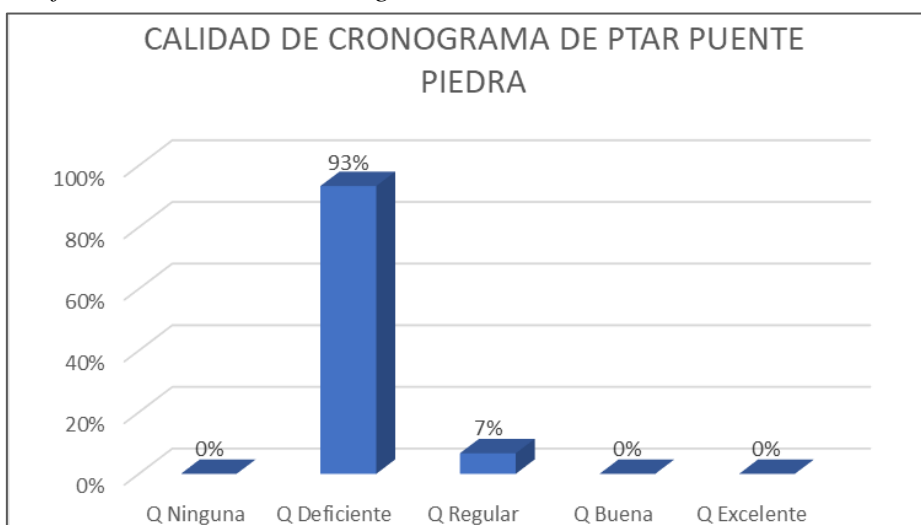
Gráfico de calidad del cronograma Cieneguilla



Durante la ejecución de la ampliación de la PTAR Cieneguilla los especialistas estiman que el 35% de los procesos de la planificación fueron deficientes y que el 65% fueron regulares.

Figura 16

Gráfico de calidad del cronograma Puente Piedra



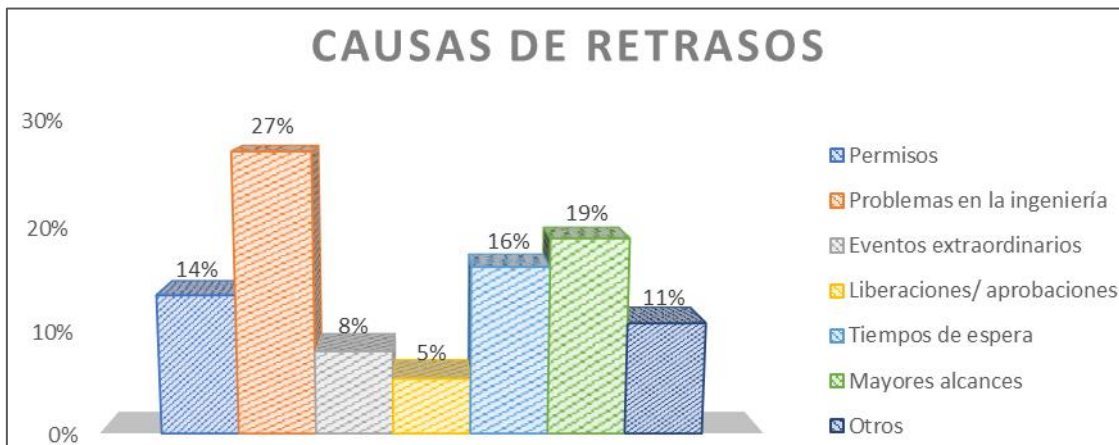
De los especialistas que participaron en la ejecución de la PTAR Puente Piedra se estima que el 93% de los procesos de planificación empleados en la obra fueron deficientes y el 7% fueron regulares para este fin.

Así mismo de otro grupo de preguntas orientadas a conseguir información sobre las causas de retrasos en este tipo de proyectos en las obras de las PTAR de Lima se obtuvo que:

- El 14% de los retrasos se originan por obtención de permisos a entidades gubernamentales
- El 27% se debe a la deficiencia en la ingeniería (Incompatibilidad de especialidades, falta de especificaciones técnicas, replanteo, ingeniería vencida)
- El 8% se debe a eventos extraordinarios (Fenómenos, COVID)
- El 5% de los retrasos se debe a liberaciones y aprobaciones, básicamente en el proceso de ejecución en campo
- El 16 % se debe a los tiempos de espera en resolución de problemas con la ingeniería y consultas.
- El 19% de los retrasos respecto a los plazos contractuales se debe a mayores alcances o mayores metrados.
- Y un 11% a otros problemas no previstos (permisos para áreas de intervención, rendimientos propuestos optimistas, cálculos en las duraciones de actividades, liquides del cliente)

Figura 17

Gráfico de causas de retrasos

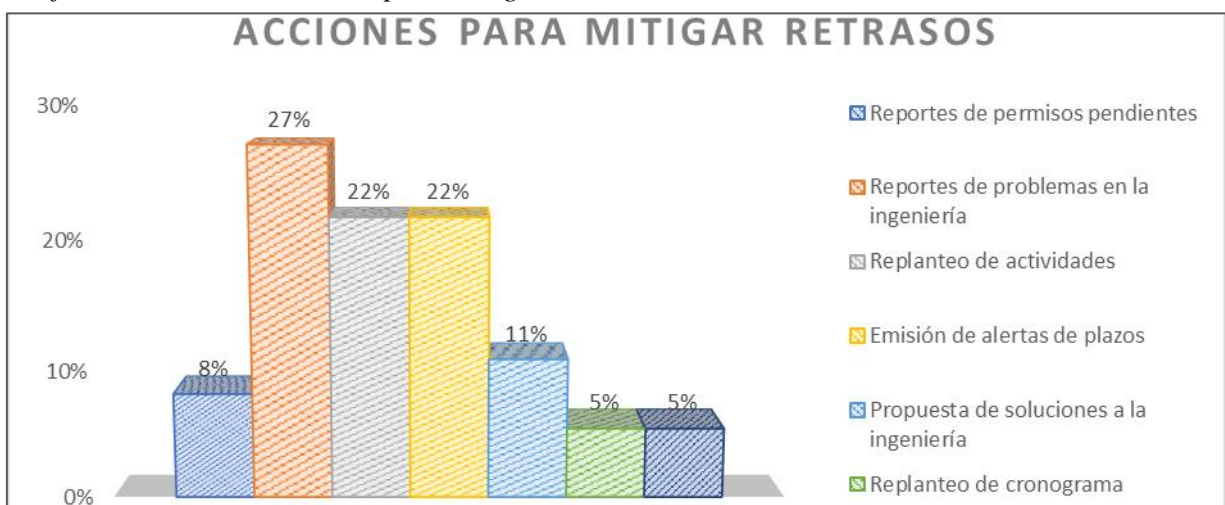


Al hacer la consulta sobre las acciones que tomaron para mitigar los retrasos durante la ejecución de las obras; en todos los casos los especialistas respondían que los esfuerzos por contrarrestar y solucionar problemas fueron omisos debido a las demoras en respuestas y procedimientos administrativos sin obtener soluciones rápidas, sin embargo, se plantearon:

- Reportes de permisos pendientes
- Reportes de problemas en la ingeniería
- Replanteo de actividades
- Emisión de alertas de plazos y sus impactos
- Propuesta de soluciones a la ingeniería
- Replanteo de cronograma (para este caso aplica para eventos extraordinarios como por ejemplo COVID, desastres)
- Asignación de mayores recursos

Figura 18

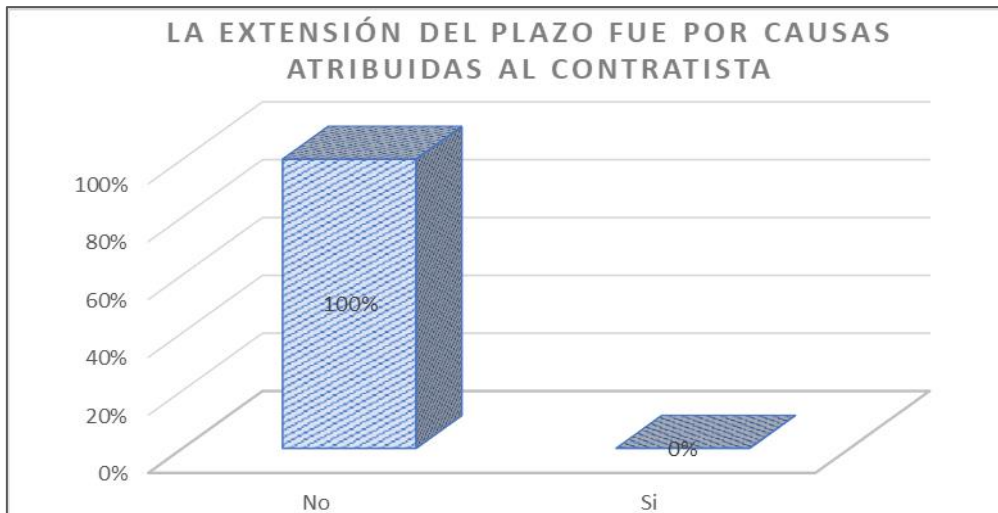
Gráfico de acciones tomadas para mitigar retrasos



La última pregunta solo con dos alternativas de respuesta sobre si la extensión de plazo fue por causas atribuibles a la contratista, el 100% de los especialistas que participaron de la ejecución de proyectos de las PTAR de Lima fue que NO.

Figura 19

Grafico de acciones tomadas para mitigar retrasos



3.1.4. Ámbito legal

La empresa SEDAPAL, desarrolla los proyectos que tiene en su administración bajo el SNPMGI (Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones), cuyo sistema se basa en metodologías, procedimientos y normas técnicas para garantizar la calidad de los proyectos de inversión pública (PIP), buscando eficiencia, sostenibilidad y un impacto económico a favor de la población.

Asimismo, se debe saber que el SNPMGI, identifica a un PIP, como un plan con un tiempo determinado con el fin de crear, mejorar, ampliar o recuperar un bien o servicio de las entidades estableciendo un ciclo que debe seguir todo proyecto: Programa multianual, Formulación y evaluación, Ejecución y Funcionamiento.

Figura 20

Esquema de las fases de un PIP según el SNPMGI



Nota. De “Esquema de las fases de un PIP según el SNPMGI”, por MEP, 2022

Para las ampliaciones de plazo contractuales y sus efectos, el contrato se remite a la LCE y el RLCE, según lo dispuesto por el numeral 5 del artículo 34 de la LCE “*“el contratista puede solicitar la ampliación del plazo pactado por atrasos y paralizaciones ajenas a su voluntad debidamente comprobados y que modifiquen el plazo contractual de acuerdo a lo que establezca el reglamento. De aprobarse la ampliación de plazo debe reconocerse los gastos y/o costos incurridos por el contratista, siempre que se encuentren debidamente acreditados. El procedimiento para determinar los gastos generales es establecido en el reglamento”*”.

A su turno, complementando la disposición apenas citada, los artículos 169 y 170 del RLCE disponen, respectivamente, lo siguiente en torno a las causales que habilitan a un contratista a solicitar una ampliación de plazo contractual y al procedimiento que éste debe seguir para que su solicitud sea procedente:

Artículo 169.- Causales de ampliación de plazo.

El contratista puede solicitar la ampliación de plazo pactado por cualquiera de las siguientes **causales ajenas a su voluntad, siempre que modifiquen la ruta crítica del programa de ejecución de obra** vigente al momento de la solicitud de ampliación:

1. **Atrasos y/o paralizaciones por causas no atribuibles al contratista.**
2. **Cuando es necesario un plazo adicional para la ejecución de la prestación adicional de obra.** En este caso, el contratista amplía el plazo de las garantías que hubiere otorgado.
3. Cuando es necesario un plazo adicional para la ejecución de los mayores metrados que no provengan de variaciones del expediente técnico de obra, en contratos a precios unitarios²¹.

Artículo 170.- Procedimiento de ampliación de plazo.

170.1. **Para que proceda una ampliación de plazo de conformidad con lo establecido en el artículo precedente, el contratista, por intermedio de su residente debe anotar en el cuaderno de obra, el inicio y el final de las circunstancias que a su criterio determinen ampliación de plazo y de ser el caso, el detalle del riesgo no previsto, señalando su efecto y los hitos afectados o no cumplidos.** Dentro de los quince (15) días siguientes de concluida la circunstancia invocada, **el contratista o su representante legal solicita, cuantifica y sustenta su solicitud de ampliación de plazo ante el inspector o supervisor, según corresponda, siempre que la demora afecte la ruta crítica del programa de ejecución de obra vigente.**

3.2. ANÁLISIS DE MÉTODOS GESTIÓN DE CRONOGRAMAS

A través del meticuloso análisis de las encuestas realizadas sobre las obras que no culminaron en el plazo contractual, se detectaron diversas problemáticas que han generado retrasos significativos en la ejecución de los proyectos las cuales se mencionan a continuación:

Tabla 14

Problemas identificados vs Acciones tomadas

Problemas Identificados	Acciones Tomadas
<ul style="list-style-type: none">• Aprobación de permisos• COVID y sus impactos• Deficiencia/Incompatibilidad en la ingeniería y expediente técnico• Interferencias no resueltas en planos• Especificaciones técnicas deficientes• Tiempos de espera (aprobación de ingeniería, soluciones, protocolos, etc.)• Ingeniería deficiente con plazo de vigencia vencido• Nuevos requerimientos del cliente• Falta de especificaciones en el expediente técnico• Mayores metrados	<ul style="list-style-type: none">• Acciones Tomadas• Avisos de la falta de liberación de áreas para trabajar• Avisos del vencimiento de los plazos para resolución de problemas• Buscar soluciones alternas• Comunicación de la detección de incompatibilidad de la ingeniería• Constantes comunicaciones para alertar el impacto de los tiempos de espera• Contratación de más empleados para mitigar rendimientos• Ejecución en según corresponde• Emitir alertas de las demoras en la demora de la nueva ingeniería• Estimación de plazo adicional• Estimaciones de plazos de los mayores alcances

3.2.1. Gestión del cronograma

Evaluación de Guías y Métodos

- **PMBOK:** El Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es un conjunto de prácticas estándar en la gestión de proyectos, reconocido a nivel mundial. Este método se

enfoca en dividir los proyectos en grupos de procesos y áreas de conocimiento. PMBOK destaca por su versatilidad en diversos tipos de proyectos y su capacidad para ser adaptado según las necesidades específicas de cada uno. Además, proporciona un lenguaje común en el ámbito de la gestión de proyectos, facilitando la comunicación entre profesionales del área.

- **AACE:** La información proporcionada no contiene detalles específicos sobre el método AACE (Association for the Advancement of Cost Engineering). Sin embargo, AACE es generalmente conocido por su enfoque en los aspectos de costos y gestión económica en los proyectos, proporcionando herramientas y técnicas que permiten un control financiero efectivo durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- **CPM:** El Método de la Ruta Crítica (CPM) técnica utilizada para planificar y controlar proyectos. CPM se enfoca en reconocer la secuencia de actividades que determina la duración del proyecto, facilitando la identificación de aquellas tareas que son críticas para la finalización oportuna del proyecto. Este método es particularmente útil para controlar y programar proyectos que involucran numerosas actividades interdependientes, proporcionando una visión clara del flujo de trabajo y permitiendo la optimización de los recursos.

Tabla 15

Criterios de guías tomados

Criterio	PMBOK	AACE	CPM
Enfoque Principal	Gestión de proyectos a través de grupos de procesos y áreas de conocimiento	Enfoque en los aspectos de costos y gestión económica de proyectos	Planificación y control mediante la identificación de la ruta crítica de actividades
Aplicabilidad	Versátil, adaptable a varios proyectos	No especificado	Útil para proyectos con numerosas actividades interdependientes
Ventajas	Estandarizado globalmente, adaptable	Enfoque en control financiero	Visualización clara del flujo de trabajo, optimización de recursos

Desventajas	Puede ser percibido como complejo o burocrático	No especificado	Puede no ser ideal para proyectos de pequeña escala
Uso en Software	Ampliamente utilizado en software de gestión de proyectos	No especificado	Utilizado en software para identificar rutas críticas en proyectos

3.2.2. Análisis de atrasos

Análisis de retrasos

1. Time Impact Analysis (TIA)

- TIA es un método que busca analizar el impacto de los cambios o retrasos en el cronograma del proyecto. El enfoque principal es entender cómo un evento específico o cambio puede afectar la fecha de finalización del proyecto. Implica la inserción o adición de actividades de retraso en el cronograma y observar cómo estas alteran el plan original. Este método es útil para analizar retrasos específicos o cambios durante la vida del proyecto y para cuantificar sus impactos en el cronograma general.

2. Método Impacto As-planned

- Este método involucra comparar el cronograma planeado (As-planned) con los eventos reales (As-built) para identificar dónde se produjeron los retrasos y cuantificar su impacto. Este enfoque retrospectivo proporciona una visión clara de cómo los acontecimientos reales se desviaron del plan original y los efectos resultantes en el proyecto.

3. Método Window Analysis

- Aunque no se encuentra información específica en los resultados de búsqueda, el método Window Analysis generalmente implica dividir el cronograma del proyecto en “ventanas” o periodos de tiempo y analizar cómo los retrasos o cambios en cada ventana afectan al cronograma general. Es útil para evaluar el rendimiento del proyecto en diferentes fases y para identificar y cuantificar los impactos de los retrasos en esos segmentos específicos.

4. Método Contemporaneous Period Analysis (CPA)

- CPA implica utilizar el cronograma As-planned como línea base para comparar con el rendimiento real del proyecto durante un periodo específico de tiempo. La evaluación se realiza de manera contemporánea, lo que significa que se evalúa el rendimiento del proyecto en tiempo real o en un periodo específico para identificar las desviaciones y sus causas raíz.

5. Método Collapse As-built

- Este método no está detallado en los resultados de búsqueda. Sin embargo, generalmente, el método Collapse As-built implica revisar el cronograma construido según lo realizado (As-built) y colapsar o eliminar las actividades que causaron retraso para entender su impacto global en la fecha de finalización del proyecto y determinar la culpabilidad de los retrasos.

6. Método As-planned vs. As-built

- Similar al Método Impacto As-planned pero con un enfoque más directo en comparar el cronograma planeado (As-planned) con el cronograma actualmente realizado (As-built) para identificar y cuantificar los retrasos y sus impactos. Este análisis permite vislumbrar donde los problemas o retrasos se originaron y cómo afectaron al cronograma general del proyecto.

Tabla 16

Aplicación de métodos

Método/ Métrica	Enfoque Principal	Aplicabilidad	Ventajas	Desventajas	Uso de Software
Time Impact Analysis [TIA]	Evaluar impacto de retrasos/alteraciones en el cronograma del proyecto.	Proyectos que experimentan cambios o retrasos durante la ejecución.	Permite analizar el impacto específico de los retrasos y cambios en el cronograma del proyecto.	Puede no considerar el panorama general y las interacciones entre diferentes retrasos o cambios.	Ampliamente utilizado en software de gestión de proyectos como MS Project y Primavera.

<i>Método Impacto As-planned</i>	Comparación entre el cronograma planeado y el real para identificar y cuantificar retrasos.	Proyectos en los que se quiere analizar el rendimiento en comparación con el plan original.	Identifica claramente dónde y cómo el proyecto se desvió del plan original.	No proporciona información detallada sobre las causas de los retrasos.	Utilizable en cualquier software de gestión de proyectos que permita la comparación de cronogramas.
<i>Método Window Analysis</i>	Análisis de rendimiento y retrasos durante diferentes "ventanas" o fases del proyecto.	Proyectos grandes/divididos en fases o que necesitan análisis periódico de rendimiento.	Permite la evaluación faseada del proyecto y puede identificar problemas en etapas específicas del mismo.	La definición de "ventanas" puede ser arbitraria y afectar los resultados del análisis.	Dependerá de la capacidad de dividir y analizar fases o "ventanas" de tiempo en el software usado.
<i>Método Contemporaneous Period Analysis (CPA)</i>	Uso del cronograma As-planned para comparar con el rendimiento real durante un periodo específico.	Proyectos que requieren análisis en tiempo real o durante periodos específicos.	Permite un análisis en profundidad del rendimiento del proyecto durante periodos específicos, identificando desviaciones y causas.	Puede ser laborioso y su eficacia depende de la calidad del cronograma As-planned original.	Software que permita análisis detallado de periodos específicos, posiblemente con funcionalidades de análisis en tiempo real.
<i>Método Collapse As-built</i>	Evaluación del impacto de retrasos eliminando actividades que	Utilizado en proyectos donde se buscan identificar y	Permite visualizar y cuantificar el impacto directo de	No considera efectos secundarios o causas raíz	Software de gestión de proyectos que permita manipulación y

	causaron retrasos del cronograma As-built.	cuantificar los efectos de retrasos específicos.	ciertas actividades o retrasos en el cronograma del proyecto.	de los retrasos.	análisis detallado del cronograma As-built.
<i>Método As-planned vs. As-built</i>	Comparación directa entre cronogramas As-planned y As-built para identificar y cuantificar retrasos.	Proyectos que necesitan una evaluación retrospectiva del rendimiento y la programación .	Proporciona una comparación clara entre la planificación y la ejecución real, identificando o dónde se produjeron retrasos.	Al igual que el Método Impacto As-planned, no ofrece detalles sobre las causas de los retrasos.	Aplicable en cualquier software de gestión de proyectos que permita comparar cronogramas.

Los métodos de análisis de retrasos en proyectos pueden ser aplicados de diversas formas dependiendo de los problemas específicos identificados. A continuación, se presentan algunos enfoques basados en los problemas mencionados:

1. Aprobación de permisos

- **Método Window Analysis:** Permite analizar el impacto de los retrasos en la obtención de permisos durante ventanas específicas del proyecto.

2. COVID y sus impactos

- **Time Impact Analysis [TIA]:** Podría ser útil para evaluar cómo los retrasos o cambios específicos relacionados con la pandemia afectan el cronograma general del proyecto.

3. Deficiencia/Incompatibilidad en la ingeniería y expediente técnico

- **Método As-planned vs. As-built:** Ayuda a identificar y cuantificar los retrasos y desviaciones ocasionadas por deficiencias en la ingeniería comparando la planificación con la ejecución real.
- 4. Interferencias no resueltas en planos**
 - **Método Impacto As-planned:** Puede ayudar a cuantificar cómo las interferencias no resueltas han afectado el cronograma planeado originalmente.
 - 5. Especificaciones técnicas deficientes**
 - **Método Contemporáneos Periodo Analysis [CPA]:** Ideal para analizar cómo las especificaciones técnicas deficientes afectan al proyecto durante periodos específicos.
 - 6. Tiempos de espera (aprobación de ingeniería, soluciones, protocolos, etc.)**
 - **Método Window Analysis:** Puede ayudar a analizar y entender cómo los tiempos de espera afectan a diferentes fases del proyecto.
 - 7. Ingeniería deficiente con plazo de vigencia vencido**
 - **Método Collapse As-built:** Podría ser útil para entender cómo hubiera progresado el proyecto sin los retrasos ocasionados por la ingeniería deficiente.
 - 8. Nuevos requerimientos del cliente**
 - **Time Impact Analysis [TIA]:** Para analizar cómo los cambios o adicionales solicitados por el cliente afectan el cronograma global.
 - 9. Falta de especificaciones en el expediente técnico**
 - **Método As-planned vs. As-built:** Permite comparar la planificación original con la ejecución y entender el impacto de la falta de especificaciones.
 - 10. Mayores metrados**
 - **Método Impacto As-planned:** Puede ser útil para entender cómo los mayores metrados han afectado el cronograma planeado originalmente.

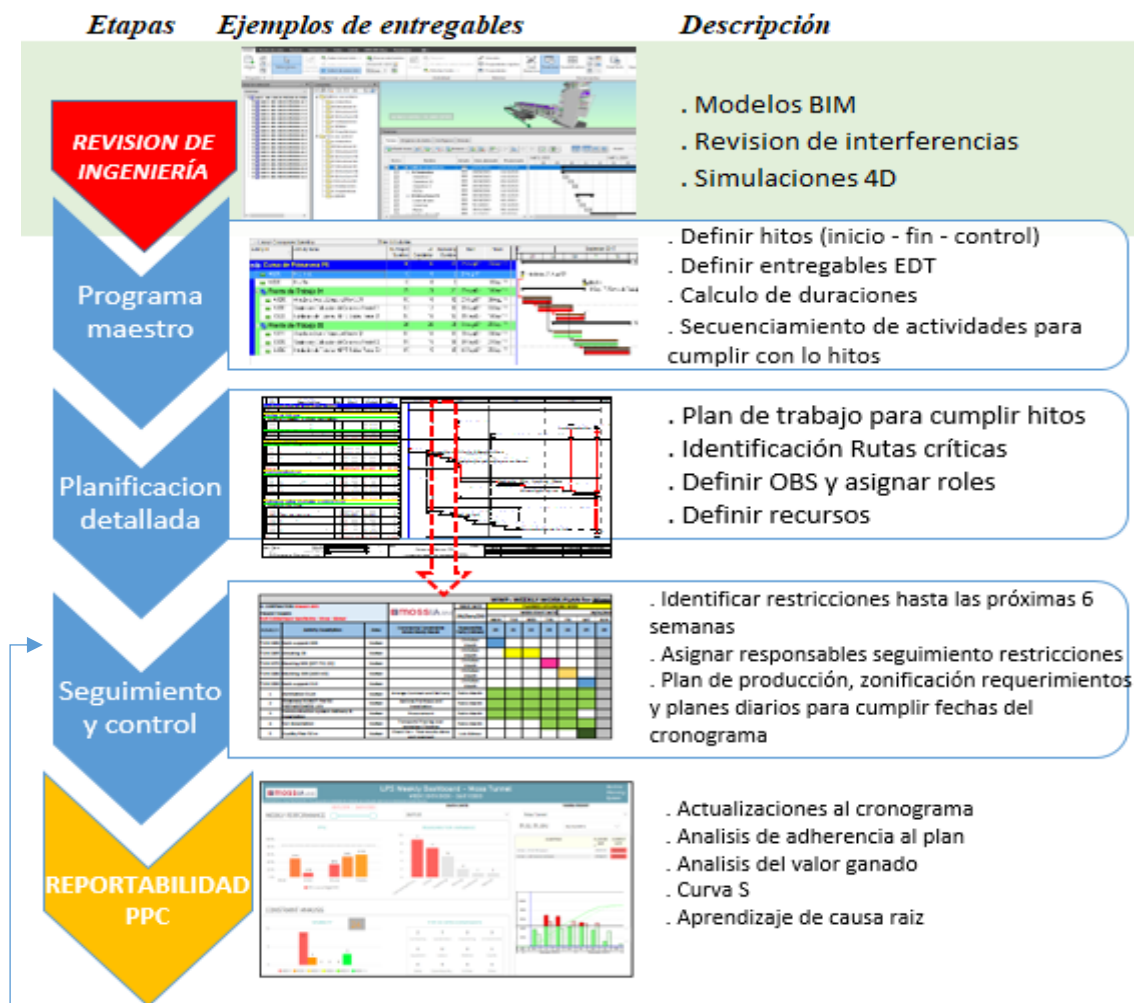
3.3. DISEÑO DEL PLAN DE GESTIÓN DE CRONOGRAMAS

3.3.1. Plan de Gestión del Cronograma

El procedimiento a continuación; ayudara a establecer un enfoque global para producir modelos de gestión de cronogramas con el fin de minimizar probables retrasos, aumentando la probabilidad de finalizar en la fecha planificada inicialmente.

Figura 21

Esquema base para el plan de gestión de cronograma



El plan de gestión del cronograma responde a los siguientes objetivos:

- Establecer un procedimiento de revisión de ingeniería
- Descripción de la metodología para la elaboración de modelos de programación
- Establecer pautas para la creación del cronograma maestro integrado
- Estandarizar el desarrollo del modelo de programación

- Optimizar tiempos en la elaboración, aprobación e implantación de la EDT
- Definir la conexión del cronograma maestro con el resto de procedimientos de la obra
- Facilitar las comunicaciones y el control del estado del proyecto
- Establecer un registro de experiencias desarrolladas en la gestión de la planificación.

3.3.1.1. Alcance

El siguiente procedimiento, es aplicable para los proyectos de PTAR en Lima Metropolitana, cuyos proyectos son constructivamente complejos ya que sus componentes y equipamiento responden a cálculos estructurales, hidráulicos y eléctricos para el tratamiento de las aguas residuales del diseño del único por proyecto. Documento con el cual el contratista pueda ejercer con éxito la gestión del cronograma.

Así mismo el procedimiento aplica a los modelos de planificación que se desarrollen durante las fases del proyecto:



3.3.1.2. Asignación de responsabilidades

Tabla 17

Tabla de asignación de responsabilidades

RESPONSABLE	ASIGNACIÓN
ÁREA DE PLANIFICACIÓN DE LA EMPRESA	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de la implementación, revisión y aprobación del cronograma de la oferta y el cronograma contractual - Responsable de integrar el cronograma maestro con los demás procesos de la obra
ÁREA DE PLANIFICACIÓN DE PTAR	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de la creación de la EDT en base a los inputs del presente procedimiento - Establecer línea base del proyecto - Integrar ingeniería, procura, construcción y puesta en marcha - Ayudar al área de control de cotos, administración de contratos y otras áreas al control del proyecto. - Controlar y actualizar el cronograma - Controlar cumplimiento de hitos - Responsable de elaboración de planes de contingencia para cumplimiento de plazos

ESPECIALISTAS PTAR	<ul style="list-style-type: none"> - Ayudar en los cálculos de los plazos de las actividades del cronograma de acuerdo a los requisitos de cada especialidad - Colaborar a establecer secuencias constructivas para el montaje de los equipos, teniendo en cuenta los plazos de fabricación, y transporte a la obra.
GERENCIA DE PTAR	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de establecer los sistemas de gestión del plazo del proyecto, en base a los requisitos del presente procedimiento - Encargado de delegar las responsabilidades para la gestión del cronograma
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado del cumplimiento de las actividades en base al cronograma, respetando los procedimientos del presente plan.

De la tabla anterior se obtuvo una matriz de asignación de responsabilidades que se muestra a continuación:

Figura 22

Matriz de asignación de responsabilidades

ACTIVIDAD	ÁREA DE PLANEAMIENTO CENTRAL	ÁREA DE PLANEAMIENTO PTAR	ESPECIALISTAS DE PTAR	GERENCIA PTAR
Establecer hitos clases	I	R	C	A
Establecer duraciones y lógica de actividades críticas para cumplir hitos	C	R	C	A
Establecer el "DATA DATE" o fecha de actualización	C	R	I	A
Evaluar la afección que viene del 'Plan Detallado'	R	A R	C	I
Actualización del cronograma, incluyendo información real y	I	A R	C	I
Establecer la tendencia	I	A R	I	I
Reprogramar modificando duraciones y relaciones	C	A R	C	C
Emisión de informes, reportabilidad	I	R	I	A

R: Responsable **A: Aprueba** **C: Consultado** **I: Informado**

Donde:

Responsable: Quien realiza la tarea

Aprueba: Quien toma decisiones y acciones sobre la tarea

Consultado: Con quien se pondrá en contacto sobre las decisiones de la tarea

Informado: Quienes son actualizados sobre las decisiones y acciones durante el proyecto

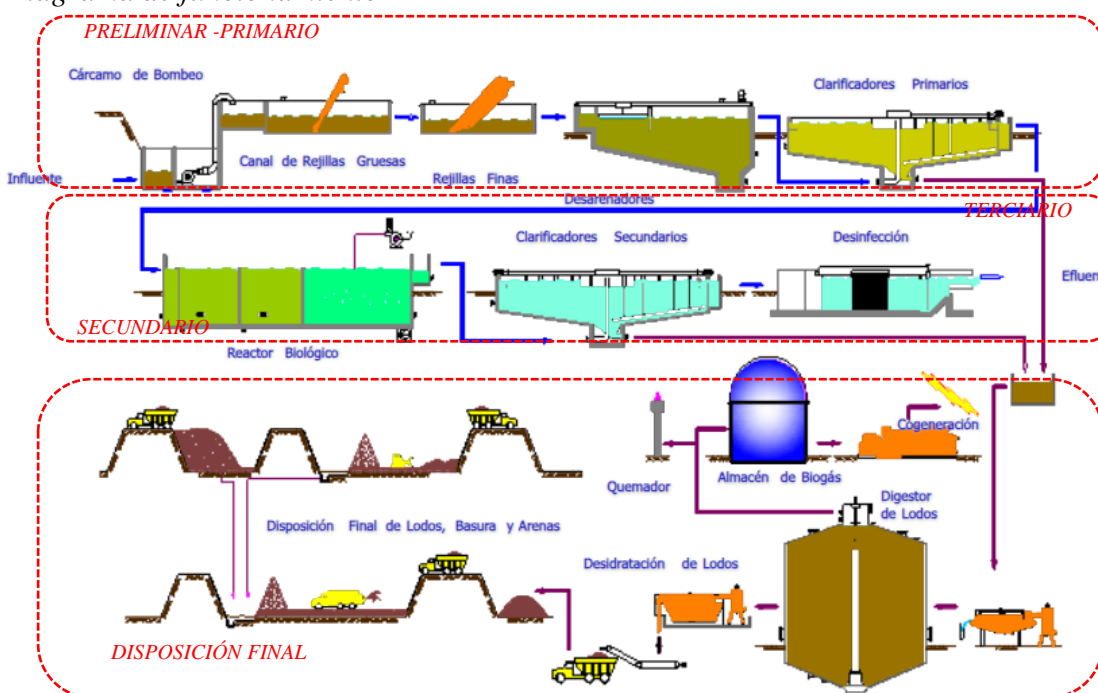
3.3.2. Procedimiento de la Gestión del Cronograma.

La finalidad del modelo de gestión del cronograma es proporcionar un esquema del plan útil para ser usado por la gerencia y equipo técnico del proyecto y ayudarles a completar con éxito el mismo.

Este plan se desglosa principalmente en función a los componentes de las PTAR. Cubre toda la duración del proyecto y presenta actividades a un nivel general de la planificación. La figura 3-18 muestra los componentes de una PTAR y la secuencia d su funcionamiento.

Figura 23

Diagrama de funcionamiento PTAR



Nota. De “Diagrama de funcionamiento PTAR”, por SUNAS, 2022.

Como resultado de la estructura del trabajo el cronograma maestro refleja hitos principales originados por restricciones y entregables del proyecto.

El cronograma maestro tiene que:

- Determinar y definir hitos claves para la consecución en las obras de las PTAR de Lima.
- Establecer duraciones de las fases y secuencias de actividades
- Definir la lógica de las actividades críticas para alcanzar los hitos.

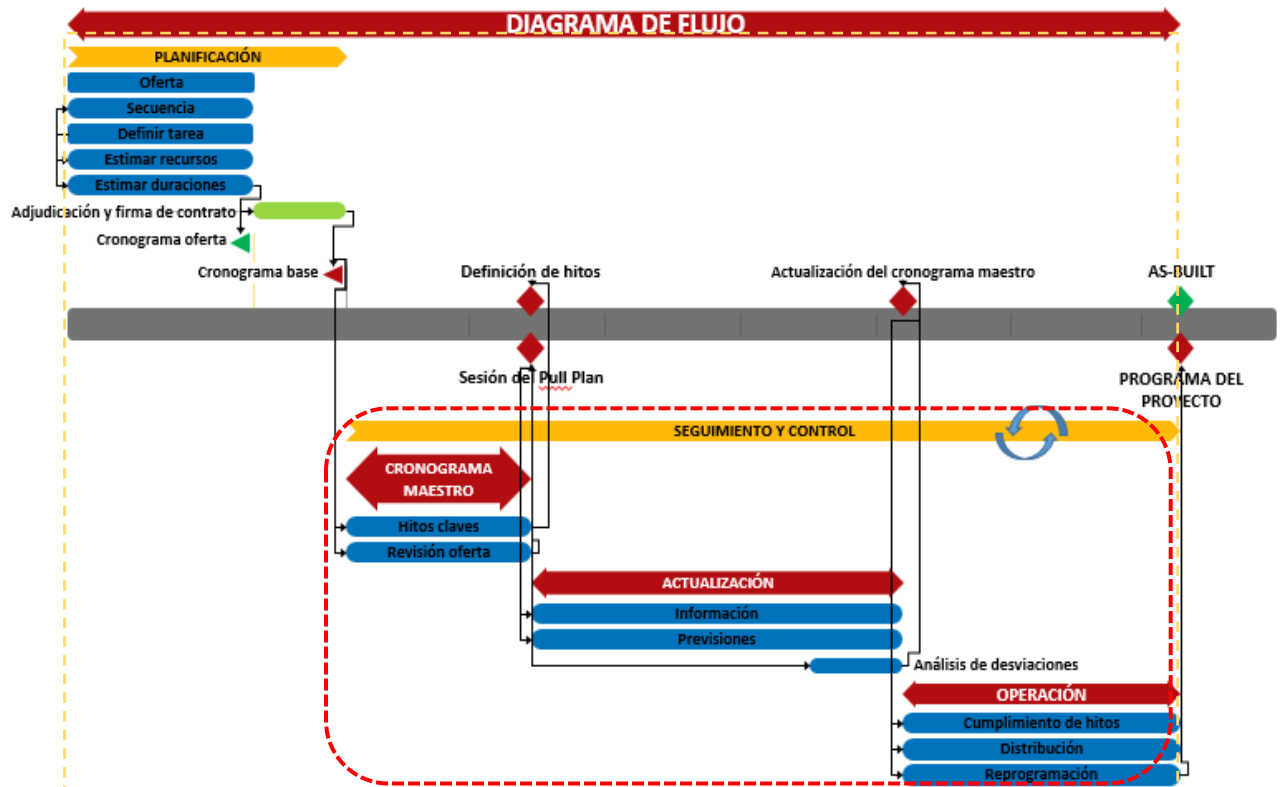
- Debe ser tan detallado como sea necesario para monitorear y controlar pero que no exceda en suposiciones sin justificación
- Proporcionar lógica constructiva de alto nivel
- Cada modelo de la programación tiene que tener una ID de proyecto y nombre de proyecto único.

3.3.2.1. Diagrama de flujo de programación

El diagrama de flujo muestra una secuencia de pasos para alcanzar una correcta planificación en la construcción de las PTAR de Lima, a partir del cual se describe la programación como sigue a continuación:

Figura 24

Diagrama de flujo



3.3.2.2. Herramientas de programación

El software de programación que se usarán para la programación en las obras de las PTAR de Lima, es Primavera P6, u OPC ya que, por la complejidad de los proyectos, estos son los

softwares que proporcionan un análisis del camino crítico y utiliza técnicas de planificación que permite el control del trabajo y la evaluación proactiva para su finalización.

Para hacer la diagramación de espacio-tiempo y reportabilidad deben realizarse en softwares de acuerdo a su complejidad: Tilos, Chainlink, Linear Plus, Excel o Power BI.

Indistintamente de los programas recomendados para la programación, es importante el uso de software de modelados 3D y 4D, para revisión de ingeniería, verificar interferencias y constructabilidad de las edificaciones y componentes de las PTAR.

3.3.2.3. Niveles del cronograma

Este procedimiento es proporcionar al equipo una guía que mejorará la comunicación entre las partes interesadas, con la preparación, evaluación y uso oportuno de los cronogramas del proyecto.

El objetivo para desarrollar el plan, es el nivel 3 ya que es el nivel de detalle ideal para gestionar plazos en las PTAR por la complejidad de estos proyectos y de donde partirán los demás niveles.

Nivel 1: Es un Cronograma ejecutivo, donde se podrán fijar duraciones de los componentes en las obras de las PTAR de Lima, teniendo en cuenta requerimientos del contrato, mostrando a gran escala el camino crítico.

Nivel 2: Es un cronograma resumen, el cual ofrece la versión resumida de la planificación nivel 3, donde se muestre todos los componentes, áreas y agrupaciones de EDT.

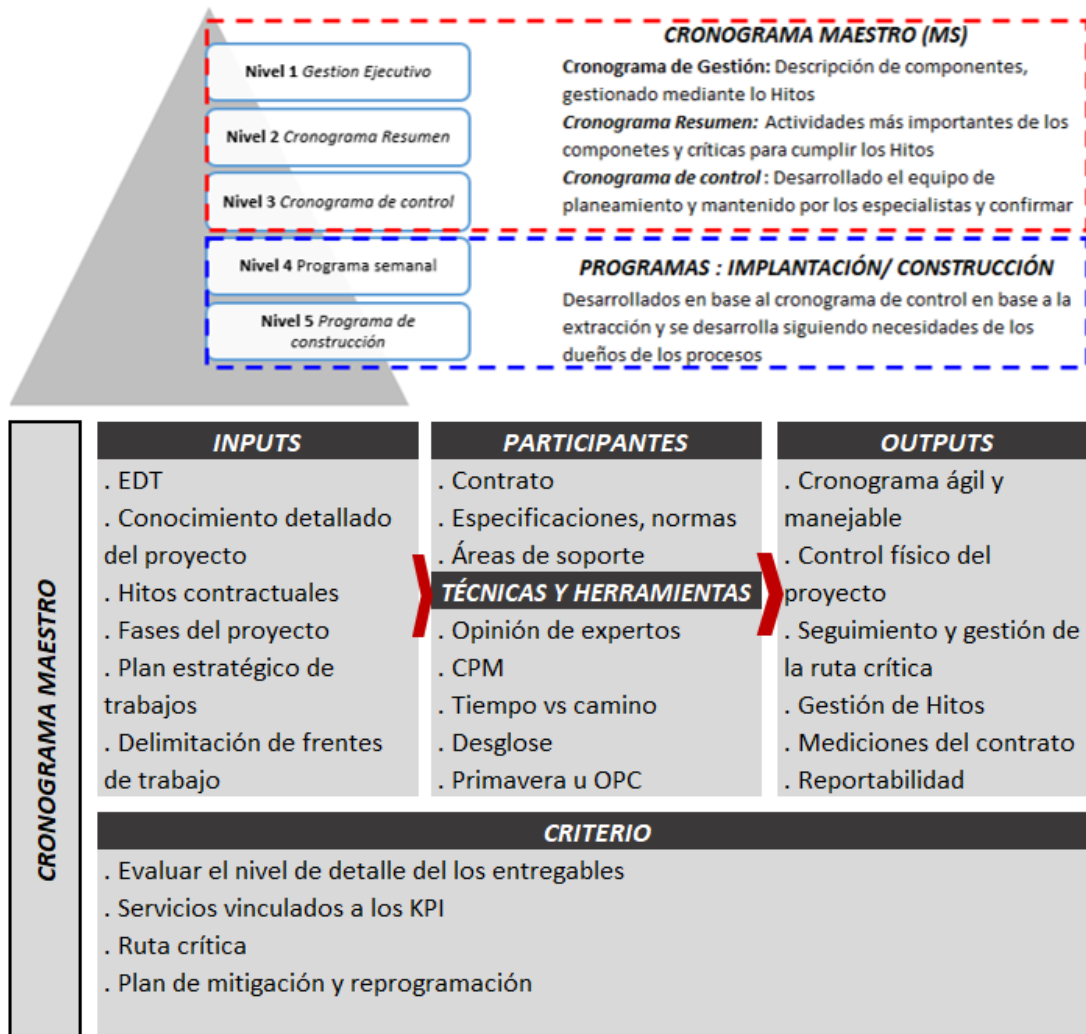
Nivel 3: Cronograma de detalle, donde se muestra todas las actividades necesarias para la ejecución, hacer seguimiento y convenientemente organizadas en el tiempo en las obras de las PTAR de Lima. El programa cumplirá con el plazo del contrato. Se incluirán los Hitos contractuales, posibles interferencias y fechas claves del proyecto. Deberá ser actualizado al menos mensualmente.

Nivel 4 y 5: Planificaciones, semanales y diarias en la fase de construcción para los trabajos específicos de y un mayor control de cumplimiento. En este programa de implantación se hace en base a la extracción de partes del cronograma maestro y se desarrolla siguiendo necesidades de los dueños de los procesos.

De acuerdo a la clasificación de los niveles de cronograma la figura que se muestra a continuación muestra la jerarquía del cronograma, elaborado para la gestión del cronograma, metodología propuesta para una óptima planificación, así como también hacer seguimiento y control y poder replanificar.

Figura 25

Jerarquía del cronograma



3.3.2.4. Definición de la EDT (Estructura de Desglose del Trabajo)

El establecimiento de una EDT proporciona una lógica para preparar un programa efectivo y eficiente para el proyecto. Iniciando con la revisión de los documentos contractuales y analizarlos para determinar el alcance real en las obras de las PTAR de Lima, que deben completarse.

La EDT proporciona la organización general del trabajo del proyecto que se planificará y programará. El alcance del paquete de trabajo del proyecto se define con suficiente información para apoyar la toma de decisiones y el control adecuado. La estrategia de ejecución identifica enfoques generales para la consideración de la planificación.

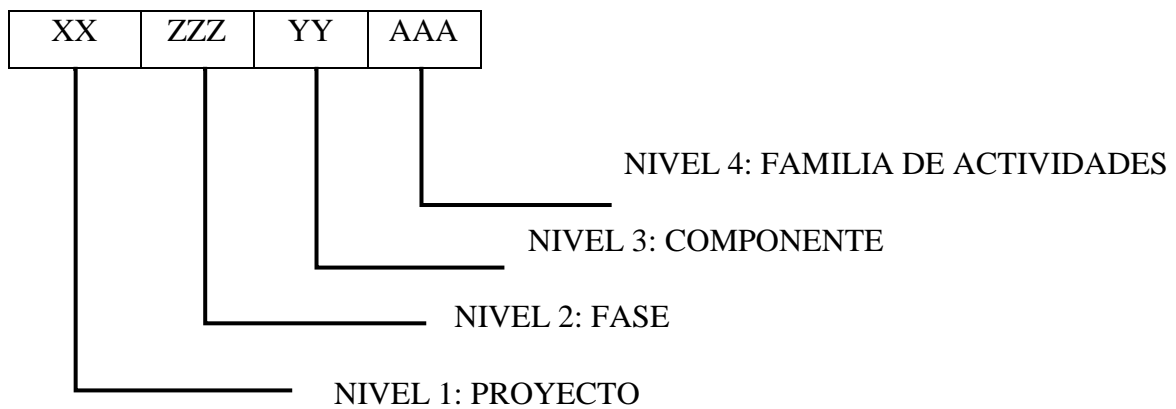
El proceso para determinar la EDT, se detalla a continuación:

Tabla 18

Tabla para codificación de las EDT

NIVEL	ACTIVIDAD
1	PROYECTO
2	FACES (Fechas Claves, Ingeniería, Procura, Construcción, Comisionado)
3	COMPONENTE/DISCIPLINA/CATEGORÍA (De acuerdo a los componentes y disciplinas de la PTAR)
4	FAMILIA DE ACTIVIDADES/ SUB CATEGORÍA
5	PAQUETES DE TRABAJO

A continuación, se muestra un ejemplo de ID de una EDT: ***P2023-CON-TP-001***



NIVEL 1: P2023 PROYECTO (P2023)

NIVEL 2: CON FASE (Construcción)

NIVEL 3: TP COMPONENTE (Tratamiento Primario)

NIVEL 4: 001 FAMILIA DE ACTIVIDADES (Número correlativo)

3.3.2.5. Definición de actividades

Cada elemento de una EDT del proyecto tiene que ser respaldado por una actividad o actividades que respaldaran la finalización de esta parte del alcance del proyecto.

Los tipos de actividades que se emplearan son:

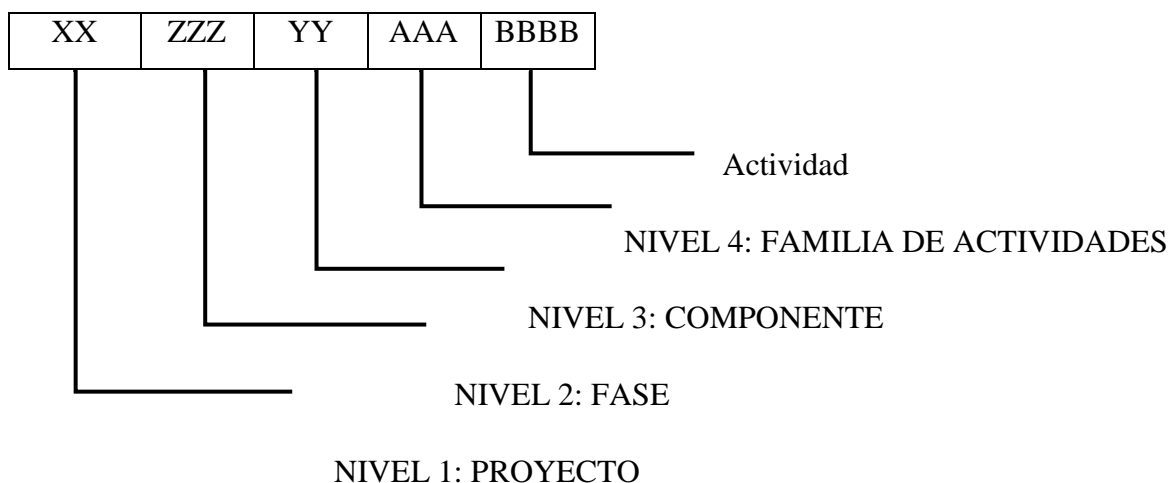
- Hitos: de inicio o finalización (para determinar eventos resaltantes o cumplimiento de metas)
- Actividad dependiente de una tarea: se debe usar para los casos en el que los recursos no tienen impacto en la determinación de la duración.
- Actividad dependiente de recursos: Cuando los recursos asignados determinan la duración de las actividades.
- Nivel de esfuerzo “Level of effort”; estas actividades dependen de las actividades predecesoras y sucesoras asignadas.
- Resumen de la EDT: Abarca todas las actividades dentro de una EDT.

Una actividad debe tener las siguientes características:

- Elemento tangible del alcance del proyecto que se debe cumplir.
- Se debe asignar un responsable de realizar la actividad, la misma que debe reportar el progreso de la actividad.
- La descripción de cada actividad debe contener el trabajo a realizar, iniciar con un verbo y contener un objeto único.
- El trabajo que se representa, una vez que inicia debe proseguir hasta su finalización con excepciones que puedan ocurrir y las previstas en el calendario.

Después de completar el listado de actividades, se verificará que describan al 100% el trabajo requerido para finalizar el proyecto.

A continuación, se muestra un ejemplo del ID de una actividad: ***P2023-CON-TP-001-0001***



NIVEL 1: P2023 PROYECTO (P2023)

NIVEL 2: CON FASE (Construcción)

NIVEL 3: TP COMPONENTE (Tratamiento Primario)

NIVEL 4: 001 FAMILIA DE ACTIVIDADES (Número correlativo)

Actividad: 0001 ACTIVIDAD (Número de correlativo)

3.3.2.6. **Calendarios de trabajo**

En colaboración con el equipo del proyecto se establecerán los periodos de trabajo para el proyecto. Pueden ser diferentes para determinadas actividades en el que se incluye la disponibilidad de los recursos. En los que se debe considerar:

- Días de trabajo por semana
- Turnos de trabajo cada día
- Hora de trabajo para cada turno o día
- Periodos de trabajo laborable y los no laborables (feriados, domingos, etc)

Si bien es cierto que el uso de varios calendarios de trabajo genera complejidad para el cálculo de la ruta crítica y de la holgura; se recomienda el uso de varios calendarios para una buena administración del proyecto.

3.3.2.7. Lógica y cálculo de duraciones

Todas las actividades excepto los hitos de inicio y finalización del proyecto deben tener por lo menos una predecesora y sucesora. Es preferible usar la relación (FC) de ser necesario usar los otros tipos de relaciones, no exceder en el máximo permitido según los 14 puntos del DCMA. Así mismo no es aceptable el uso de restricciones y retrasos negativos.

El cálculo de las duraciones atenderá los objetivos a largo plazo dejando un margen para cubrir posibles desviaciones; así mismo para calcular duraciones máximas tener en cuenta la calidad del cronograma (según los 14 puntos del DCMA).

Las actividades de compras y fabricación deben tener un valor especial con largos plazos de entrega y duraciones obtenidas de las ofertas de los proveedores.

Los transportes de los equipos deben tener en cuenta los tiempos de salida y llegada en los puertos, la salida de la fábrica y la llegada a la obra, así como también los tramites en aduanas y posibles almacenamientos.

3.3.2.8. Recursos

Al momento de elaborar el listado de recursos que se asignaran al proyecto se debe incluir el costo presupuestado del proyecto.

Definición de recursos claves que deriven de; Lógica (ya que puede afectar el camino crítico), disponibilidad, duración (tomar en cuenta que algunos recursos tienen tiempos de fabricación y envíos) y riesgo (en costo y tiempo).

3.3.2.9. Calidad del cronograma

Se recomienda usar el software Acumen Fuse ® para identificar problemas potenciales del cronograma. Para identificar posibles fallas en la calidad del cronograma.

Se requiere el cumplimiento de los 14 puntos del DCMA, tanto para el cronograma de ejecución como para el de la oferta siguiendo los siguientes parámetros:

Tabla 19

Tabla de parámetros de los 14 puntos del DCMA

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS 14 PUNTOS DEL DCMA	
Punto	Métrica
(1) Lógica	$(\# \text{ Predecesora no existente}) + (\# \text{ Sucesora no existente}) - (\# \text{ Predecesora y Sucesora no existente}) = \# \text{ de tareas sin lógica}$ $(\# \text{ Tareas sin lógica} / \text{Recuento de tareas incompletas}) \times 100 \leq 5\%$
(2) Retraso negativo LEAD	$[\# \text{ de enlaces con "leads"} / \# \text{ de enlaces}] = 0\%$
(3) Retrasos	$(\# \text{ de enlaces con retrasos} / \# \text{ de enlaces}) \leq 5\%$
(4) Tipos de relaciones	$(\# \text{ de relaciones FC} / \text{Total de relaciones}) \geq 90\%$
(5) Restricciones obligatorias	$\# \text{ total de tareas incompletas con restricciones obligatorias} / \%$ $\text{Restricciones Obligatorias} = \# \text{ Total de tareas incompletas} \times 100$
Análisis de la holgura	Holgura total siempre debe ser mayor o igual a cero. Holgura negativa indica un problema al realizar el cronograma La holgura excesiva generalmente indica que hay un problema con los enlaces lógicos
(6) Holgura total elevada	$\% \text{ Holgura Total Elevada} = (\# \text{ Total de tareas no finalizadas con holgura total elevada} / \# \text{ Total de tareas no finalizadas}) \times 100$
(7) Holgura negativa	$\% \text{ Holgura Total Negativa} = (\# \text{ Total de tareas no finalizadas con holgura total negativa} / \# \text{ Total de tareas no finalizadas}) \times 100$
(8) Duración elevada	$\% \text{ Alta Duración} = (\# \text{ Total de tareas no finalizadas con duración elevada} / \# \text{ Total de tareas no finalizadas}) \times 100$
(9) Fechas previstas incorrectas	$[\# \text{ de tareas con fechas previstas incorrectas} / (\text{Cuenta de tareas incorrectas} \times 2)] = 0\%$
(10) Fechas reales incorrectas	$[\# \text{ de tareas con fechas reales incorrectas} / (\text{Cuenta de tareas incorrectas} \times 2)] = 0\%$
(11) Tareas incumplidas ("MISSED TASK")	$\text{Actividades incumplidas} \% = (\# \text{ de tareas con fecha actual/prevista de finalización pasada la fecha de la línea base} / \# \text{ de tareas con fecha de finalización de la línea base en o antes de la fecha de actualización}) \times 100$
(12) Test del camino crítico	

(13) Índice de longitud del camino crítico	Índice de Longitud del Camino (CPLI) = $[(CPL + TF)/CPL]$
(14) Índice de ejecución de la línea base (BEI)	BEI cum = #Total de tareas completadas / (#Total de tareas completadas (fecha Línea Base en o antes fecha actualización) + #Total de tareas sin fecha de finalización de la línea base)

3.3.2.10. Descripción del cronograma

Emitir una descripción junto cada línea base u otro evento de importancia junto a:

- Objetivo
- Hitos claves
- Estrategias del cronograma
- Ruta crítica y rutas claves del proyecto
- Control integrado de cambios incluyendo supuestos
- Riesgos y oportunidades del cronograma
- Calidad del cronograma

3.3.3. Seguimiento y control

3.3.3.1. Evaluación del avance

Determinada la fecha y hora para evaluar el estado real en las obras de las PTAR de Lima.

Al recopilar la información se debe incluir fechas reales de inicio y fin de las actividades realizadas en el periodo de la evaluación. Cuando la actividad está en progreso se debe determinar la cantidad de trabajo realizado y el tiempo restante necesario para finalizar la actividad. Se debe usar el mismo método tanto para la elaboración de la curva S, como para las métricas del avance real y garantizar la coherencia en la evaluación del avance.

Al evaluar el avance debe hacerse desde el nivel inferior de la EDT, hasta alcanzar niveles superiores por agregación. El progreso total del proyecto se determina sumando el progreso de cada fase, en base a los pesos establecidos preferiblemente ponderando los costos.

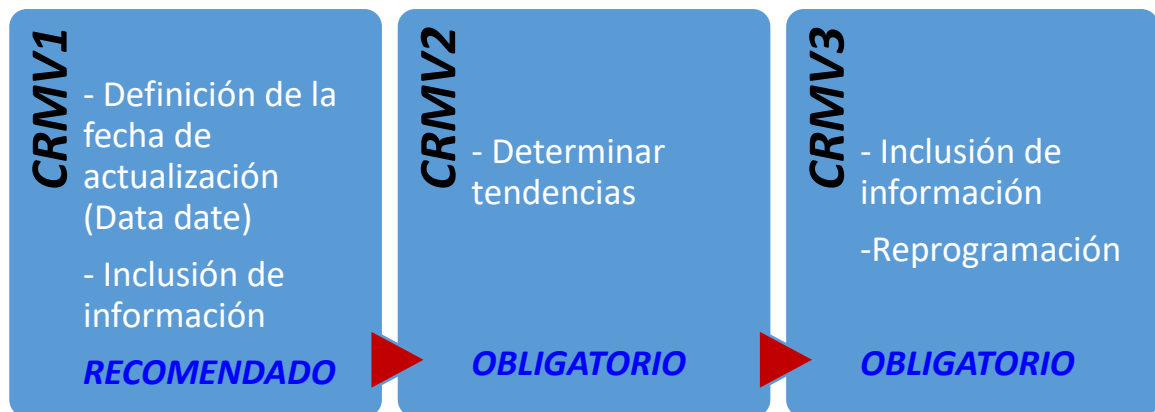
3.3.3.2. Actualización

El cronograma debe ser actualizado periódicamente, donde se incluirá la información obtenida y analizar su impacto en otros componentes de las PTAR de Lima, descritas en el cronograma. Se tendrá en especial cuidado la actualización de la ruta crítica.

Al margen que las actualizaciones oficiales se realicen mensualmente el encargado de la planificación debe tener información actualizada semanalmente y poder detectar desviaciones o problemas potenciales y poder llevar a cabo medidas correctivas sin retraso. A continuación, se muestra una secuencia recomendada para actualizar el cronograma:

Figura 26

Esquema de actualización del cronograma



Donde:

CRMV1: Corresponde al Cronograma Maestro, actualizado con la información mensual

CRMV2: Donde el Cronograma Maestro, con información mensual reprogramado por defecto según el software.

CRMV3: El Cronograma Maestro, con información mensual, reprogramado y con medidas de mitigación.

3.3.3.3. Control de cambios

Cuando hay cambios en el alcance o naturaleza de las obras afecta al cronograma del proyecto. Estos cambios pueden ser por fuentes externas o internas destacando:

- Instrucciones del cliente
- Procesos constructivos

- Cálculo de rendimientos de producción incorrectos
- Eventos imprevistos en la obra, etc

El cronograma debe ajustarse para incluir y reflejar todos los impactos y asegurar que los plazos establecidos representan el estado real del mismo.

El cambio debe informar:

- Actividades nuevas o eliminadas: solo deben hacerse cuando los alcances del proyecto se modifiquen.
- Cambios de las duraciones de cronograma base: a menos que se modifiquen los alcances, las duraciones no pueden variar.
- Cambios de relaciones
- Cambios de recursos
- Uso de restricciones; al agregarle restricciones puede ocasionar que el cálculo de la holgura sea errado; así como también romper enlaces para mantener estas nuevas restricciones.

El gerente del proyecto debe verificar que todos los cambios sean necesarios con el objetivo de mantener el éxito del Plan de gestión del cronograma.

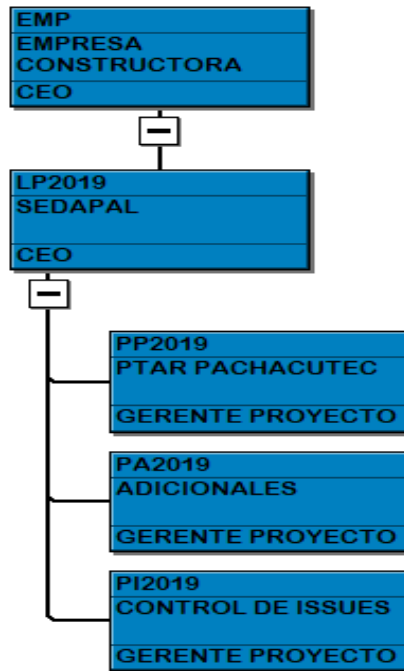
3.3.4. Elaboración del Modelo de Cronograma

3.3.4.1. Definición de la estructura de programación de la empresa

Debido a los problemas encontrados en cuanto a gestión del cronograma de los proyectos estudiados, se plantea un organigrama para poder controlar el proyecto a manera de paquetes de trabajo, donde las “obras adicionales” e “ISSUES” se podrán controlar y hacer seguimiento como proyectos individuales, sin embargo, estarán vinculadas con las actividades del paquete contractual, que requieren para completar los objetivos del proyecto.

Figura 27

Estructura de jerarquía de la empresa



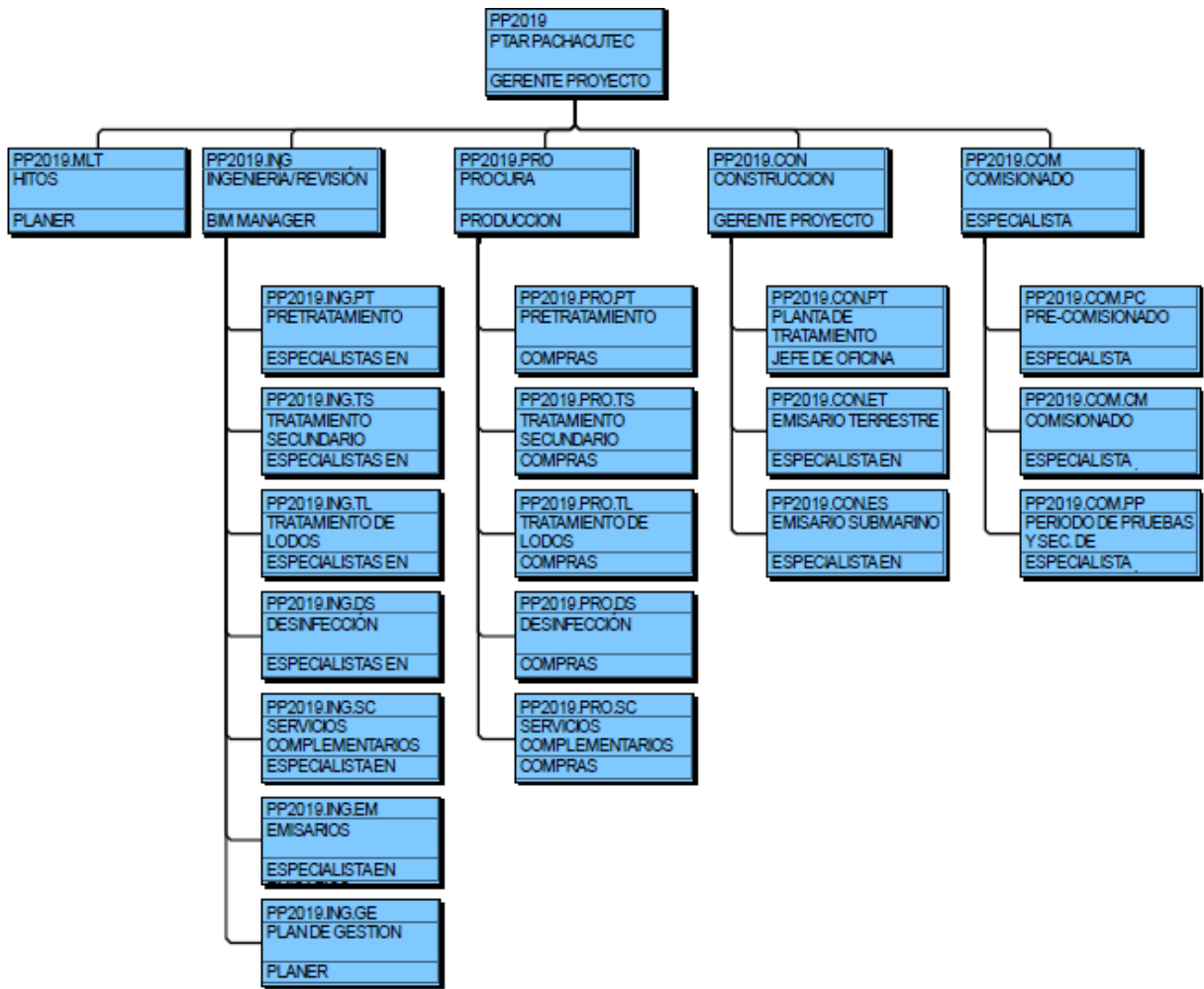
3.3.4.2. Definición de la estructura de la EDT del proyecto

De acuerdo al plan de gestión planteado para este estudio, sigue la EDT, en la cual se han agregado una EDT de revisión de ingeniería, donde se revisarán los modelos y podrán verificar si hay interferencias o ingeniería incompleta así mismo mediante modelos 4D verificar la constructabilidad de las obras.

Así mismo en la misma estructura una vez revisada la ingeniería se prevé el plan de gestión del cronograma donde después de su aprobación se podrá dar inicio a las actividades de construcción del Proyecto.

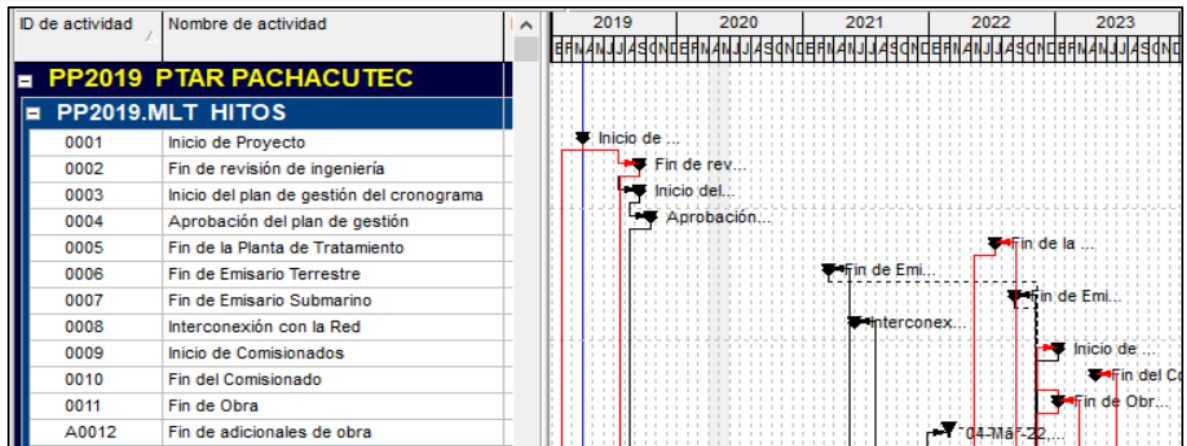
Figura 28

Estructura de desglose de trabajo



3.3.4.3. Definición de Hitos de control del proyecto

Figura 29
Hitos de control del proyecto



3.3.4.4. Definición de las EDT del Cronograma de alto nivel

Figura 30*EDT de cronograma del proyecto con su responsable*

Código de EDT	Nombre de EDT	Gestor responsable
PP2019	PTAR PACHACUTEC	GERENTE DE PROYECTO
PP2019.MLT	HITOS	PLANIFICACION DE LA PTAR
PP2019.ING	INGENIERÍA/ REVISIÓN	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.PT	PRETRATAMIENTO	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.TS	TRATAMIENTO SECUNDARIO	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.TL	TRATAMIENTO DE LODOS	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.DS	DESINFECCIÓN	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.SC	SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.EM	EMISARIOS	BIM MANAGMEN
PP2019.ING.GE	PLAN DE GESTION	BIM MANAGMEN
PP2019.PRO	PROCURA	COMPRAS
PP2019.PRO.PT	PRETRATAMIENTO	COMPRAS
PP2019.PRO.TS	TRATAMIENTO SECUNDARIO	COMPRAS
PP2019.PRO.TL	TRATAMIENTO DE LODOS	COMPRAS
PP2019.PRO.DS	DESINFECCIÓN	COMPRAS
PP2019.PRO.SC	SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	COMPRAS
PP2019.CON	CONSTRUCCION	RESIDENTE DE OBRA
PP2019.CON.PT	PLANTA DE TRATAMIENTO	RESIDENTE DE OBRA
PP2019.CON.ET	EMISARIO TERRESTRE	RESIDENTE DE OBRA
PP2019.CON.ES	EMISARIO SUBMARINO	RESIDENTE DE OBRA
PP2019.COM	COMISIONADO	ESPECIALISTA DE PTAR
PP2019.COM.PC	PRE-COMISIONADO	ESPECIALISTA DE PTAR
PP2019.COM.CM	COMISIONADO	ESPECIALISTA DE PTAR
PP2019.COM.PP	PERIODO DE PRUEBAS Y SEC. DE RENDIM	ESPECIALISTA DE PTAR
PA2019	ADICIONALES	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD01	ADICIONAL - 01	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD02	ADICIONAL - 02	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD03	ADICIONAL - 03	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD04	ADICIONAL - 04	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD05	ADICIONAL - 05	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD06	ADICIONAL - 06	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD07	ADICIONAL - 07	GERENTE DE PROYECTO
PA2019.AD08	ADICIONAL - 08	GERENTE DE PROYECTO
PI2019	CONTROL DE ISSUES	GERENTE DE PROYECTO
PI2019.ISP	PERMISOS	ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO
PI2019.ISE	APROBACION DE ESTUDIOS	ESPECIALISTA DE PTAR
PI2019.ISS	SUMINISTRO ELECTRICO	ESPECIALISTA SISTEMA ELECTRICO
PI2019.ISN	DEFICIENCIAS DEL PROYECTO	ESPECIALISTA DE PTAR
PI2019.IST	HECHOS FORTUITOS	ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO
PI2019.ISG	GESTION SOCIAL	GESTION SOCIAL

3.3.4.5. Calidad del Cronograma

Para la evaluación de la calidad del cronograma elabora con la metodología propuesta se ha sometido a evaluación usando el software Acum Fuse, cuyo resultado es el óptimo para la planificación del proyecto; así mismo es óptimo para el seguimiento y control del mismo:

Figura 31

Calidad del cronograma del proyecto

Reporte de análisis de Acumen Fuse																	
Libro de trabajo: Workbook1 - 850 Actividades																	
DCMA 14 Point																	
Creado en: 30/10/2023																	
Creado por: Lvasquez																	
Bandas	Time Line																
	2019		2020		2021		2022		2023								
850	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%			
Analizador de Fase	1. Logic	1	0%	1	0%	1	0%	1	0%	0	0%						
	2. Leads	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	3. Lags	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	4. SS/FF Relations	5	1%	6	2%	6	2%	7	2%	0	0%						
	4. SF Relations	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	5. Hard Constraint	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	6. High Float	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	7. Negative Float	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	8. High Duration	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	9. Invalid Forecast Dates	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	10. Invalid Actual Dates	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	11. Missed Activities	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	14. BEI	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%						
	Puntuación	95		96		98		95		97							
DCMA 14 Point																	
PTAR PACHACUTEC	1. Logic	2. Leads	3. Lags	4. SS/FF Relations	4. SF Relations	5. Hard Constraint	6. High Float	7. Negative Float	8. High Duration	9. Invalid Forecast Dates	9. Invalid Actual Dates	10. Resources	11. Missed Activities	12. Critical Path Test	13. CPLI	14. BEI	Puntuación
Número	5	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	1	0	98
%	1%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	

3.3.5. Revisión y validación de la metodología y modelo

3.3.5.1. Validez de contenido

Se escogió el método de coeficiente de validez de contenido (CVC) de Hernández Nieto - 2002, por no requerir muchos participantes solo se limita de tres a cinco expertos.

Respecto a la interpretación, Hernández Nieto (2002) recomienda tomar en cuenta a los ítems que obtengan CVC sobre 0.80. Otros autores recomiendan tomar valores mayores a 0.70 (Balbinotti, 2004).

Para la verificación de la metodología propuesta, se espera poder validar las preguntas realizadas a los expertos y confirmar la metodología planteada esté bien formulada.

3.3.5.2. Aspectos a evaluar

Pertinencia: grado de correspondencia entre el enunciado del ítem y lo que se pretende medir. **Claridad conceptual:** el enunciado de ítem no genera confusión o contradicciones. **Redacción y terminología:** sintaxis y terminología empleada apropiada. **Respuesta correcta (clave):** respuesta que corresponde al enunciado del ítem. **Distractores apropiados:** los enunciados de los distractores (respuestas incorrectas) son razonablemente admisibles. **Niveles de dificultad:** los niveles de dificultad de cada ítem son apropiados y tienen un carácter ascendente. **Niveles cognoscitivos:** ítem que mide conocimiento real, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación, distribuidos equitativamente en la evaluación. **Formato:** la forma como se presentan los ítems y la evaluación general. (Sánchez, 2021, párr. 3)

Para la evaluación de la metodología del plan de gestión de cronograma y obtener un resultado numérico, se elaboró 15 preguntas para que según el criterio del experto asignara una calificación del 1 al 5 al desarrollo de la metodología y modelo propuesto como se muestra a continuación.

Escala estimada donde: 1= inaceptable; 2=deficiente; 3=regular; 4=bueno; 5=excelente

Tabla 20

Escala de estimación

CONTENIDO			EVALUCIÓN				
ÍTEM	INDICADORES GENERALES	OBSERVACIONES	1	2	3	4	5
1	COHERENCIA						
	CLARIDAD						
	ESCALA						
	RELEVANCIA						

Nota. De “Escala de estimación”, por Hernández-Nieto, 2002.

3.3.5.3. Índice de validez

Para validar la metodología y modelo del cronograma se tienen los siguientes valores:

Tabla 21

Interpretaciones de aprobaciones

Ítem	Rango	Valor
a	< 0.60	Validez y correspondencia inadmisibles.
b	≥ 0.60 y ≤ 0.70	Validez y correspondencia defectuosa.
c	> 0.70 y ≤ 0.80	Validez y correspondencia admisibles.
d	> 0.80 y ≤ 0.90	Validez y correspondencia buenas.
e	> 0.90	Validez y correspondencia óptimas.

Nota. De “Escala de estimación”, por *Hernández-Nieto, 2002.*

Los expertos evaluaron el plan de gestión del cronograma, verificando si con la metodología propuesta es la adecuada para llevar con éxito la gestión del cronograma, reducir probables retrasos en la ejecución de PTAR y cumplir con éxito los objetivos de proyectos.

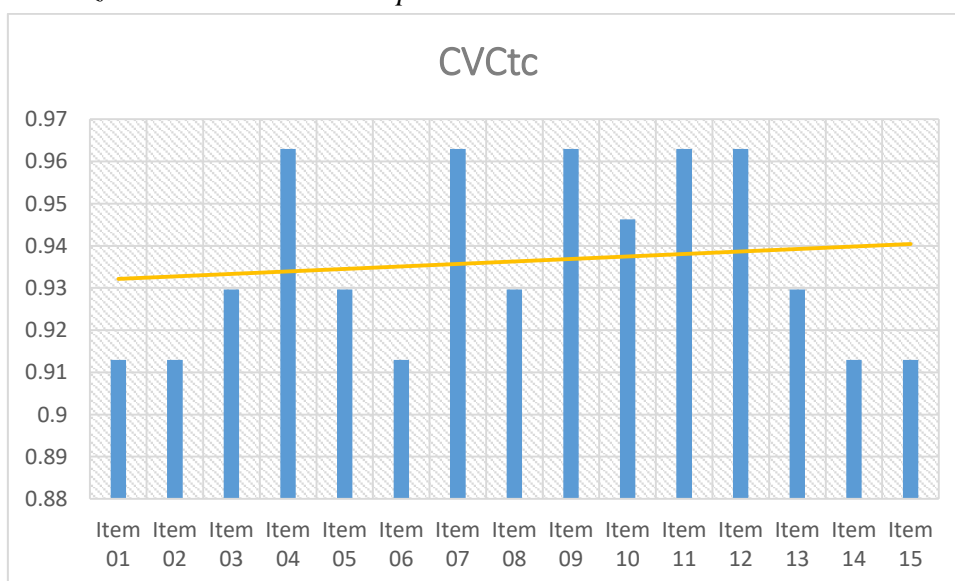
Se verificó que el procedimiento sea útil para la gerencia y equipo técnico del proyecto y se pueda planificar con éxito el cronograma, determinando secuencias para la definición de hitos de control, definir los entregables del proyecto, determinar actividades y su correcto secuenciamiento. Todo ello ayudará a definir la ruta crítica y rutas más próximas a ser críticas, con herramientas y metodologías de seguimiento y control recomendadas para llevar con éxito todo el proceso de gestión del cronograma propuesto.

Se verificó el criterio para la evaluación de la calidad del cronograma (14 puntos del DCMA) sea aplicable, el secuenciamiento de acciones para elaborar los reportes de avances de cronogramas y sus actualizaciones ante cambios significativos con respecto a la línea base.

De las evaluaciones a los expertos sobre la metodología planteada para el plan de gestión cronograma se obtuvo:

Figura 32*Resultado de la evaluación de expertos:*

Ítem	Experto 01	Experto 02	Experto 03	Sx_1	M_x	CVC_i	P_{ei}	CVC_{tc}	Validez
Item 01	19	19	19	57	2.85	0.95	0.04	0.91	OPTIMA
Item 02	19	19	19	57	2.85	0.95	0.04	0.91	OPTIMA
Item 03	20	19	19	58	2.90	0.97	0.04	0.93	OPTIMA
Item 04	20	20	20	60	3.00	1.00	0.04	0.96	OPTIMA
Item 05	20	19	19	58	2.90	0.97	0.04	0.93	OPTIMA
Item 06	19	19	19	57	2.85	0.95	0.04	0.91	OPTIMA
Item 07	20	20	20	60	3.00	1.00	0.04	0.96	OPTIMA
Item 08	20	19	19	58	2.90	0.97	0.04	0.93	OPTIMA
Item 09	20	20	20	60	3.00	1.00	0.04	0.96	OPTIMA
Item 10	20	20	19	59	2.95	0.98	0.04	0.95	OPTIMA
Item 11	20	20	20	60	3.00	1.00	0.04	0.96	OPTIMA
Item 12	20	20	20	60	3.00	1.00	0.04	0.96	OPTIMA
Item 13	19	19	20	58	2.90	0.97	0.04	0.93	OPTIMA
Item 14	19	19	19	57	2.85	0.95	0.04	0.91	OPTIMA
Item 15	19	19	19	57	2.85	0.95	0.04	0.91	OPTIMA

Figura 33*Validez de la evaluación de expertos:*

Como se muestra en las gráficas y tablas de las evaluaciones de los expertos, se considera que la metodología propuesta de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las PTAR es óptima.

Con el modelo propuesto, se verificó que, al aplicar la metodología propuesta a un proyecto real, se obtuvo una optimización del plazo de 282 días calendarios, teniendo en cuenta que este modelo fue construido con las duraciones y secuencias de actividades de la obra. Donde el cronograma se planteó a manera de programa, planteando a manera de proyectos individuales: la construcción de la PTAR, los adicionales y un proyecto para el control de ISSUES donde se puedan agregar hechos fortuitos, vicios ocultos, gestiones sociales y cualquier actividad no prevista que pueda alterar o modificar el plazo del proyecto.

Figura 34

Optimización del plazo PTAR Pachacutec:

CRONOGRAMAS	INICIO	FIN	DURACION
CRONOGRAMA REAL	2/04/2019	8/02/2024	1773
CRONOGRAMA PROPUESTO	2/04/2019	2/05/2023	1491
OPTIMIZACION DEL TIEMPO			282

4. CONCLUSIONES

- De los resultados de la evaluación sobre de las causas que ocasionaron retrasos se obtuvo que el 27% son debido a deficiencias en la ingeniería, 19% se debe a los mayores alcances, un 16% a los tiempos de espera y el 38 % repartidos entre tiempos de espera, permisos, liberación de áreas y hechos fortuitos (Aplica COVID). Así mismo se observó; que al agrupar las causas del origen que ocasionan retrasos, el 62% tiene su inicio en la deficiente ingeniería, disgregada en: plazos vencidos de vida útil del expediente técnico, malos cálculos en los metrados, deficiencia de las especificaciones técnicas, interferencias no resueltas, diseños que no cumplen con requerimientos técnicos.
- De los métodos estudiados para analizar los atrasos y sus impactos en el cronograma, se obtuvo que el método más adecuado ante incompatibilidad en la ingeniería versus expediente técnico es el “Método As-planned vs. As-built” y se debe combinar con el CPA “Método Contemporaneous Period Analysis” para comparar su rendimiento real durante el proceso específico de ejecución.
- De los estudios sobre las causas de retrasos y metodologías de gestión de cronogramas se elaboró el plan de gestión del cronograma, teniendo como Inputs el desarrollo de un método para la revisión de ingeniería, así mismo definir roles y responsabilidades para cada fase de la gestión del cronograma. Finalmente, con el procedimiento establecido, se elaboró un modelo aplicado a un proyecto y se obtuvo una reducción de plazo de 282 días calendarios, con respecto al tiempo real de ejecución de la PTAR.
- Mediante la evaluación de 3 expertos en gestión de cronogramas se revisó la metodología con el criterio detallado en el Ítem 6.5, mediante 15 preguntas sobre la veracidad y aplicabilidad de la metodología propuesta cuyos resultados fueron

optimistas obteniendo una calificación superior de rango superior a 0.90, que indica que es óptima, para la planificación, seguimiento y control de este tipo de proyectos (PTAR)

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la metodología propuesta en el plan de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las PTAR de Lima Metropolitana, ya que es una guía que ayuda a estandarizar procesos de planificación para este tipo de proyectos. Las PTAR, tienen una serie de componentes que varían en dimensiones como en su disposición, por lo que los cálculos de duraciones y secuenciamiento de actividades varían en todos los proyectos sin embargo este plan ayuda a organizar la planificación, seguimiento y control en todas sus etapas durante la ejecución.
- Debido a los resultados del estudio, se recomienda que el inicio de la ejecución para los proyectos de PTAR, sea la revisión de ingeniería, como se ha propuesto en el modelo del plan de gestión del cronograma para reducir probables retrasos en las PTAR de Lima Metropolitana.
- Se recomienda el uso del Método As-planned vs. As-built, para la evaluación de los retrasos en la ejecución de las PTAR, ante problemas con la ingeniería y el uso del CPA para medir el rendimiento durante la ejecución del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACE International (2019). *Association for the Advancement of Cost Engineering*. EE.UU
- Bernard Zegarra (2015) “*Estudio de optimización de costos y productividad en la instalación de agua potable*”; Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bragagnini, D (2015). *Estudio de optimización de costos y productividad en la instalación de agua potable* [Tesis para optar título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6303>
- CFR., SEDAPAL (2016). *Análisis Geoespacial de Canales de Riego en relación a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs) y Áreas Verdes en el ámbito de Lima Metropolitana*.
- Canteli, A. (2019, 20 setiembre). *Gestión documental en el sector de la construcción*. Openkm. Recuperado de <https://www.openkm.com/es/blog/gestion-documental-en-el-sector-de-la-construccion.html>
- Días, A. (2019) *Planificación: Introducción y conceptos básicos*, Presentación, Universidad de ciencias aplicadas.
- Guerrero, D. (2018) *PLANIFICAR EL CRONOGRAMA. DEFINICIÓN Y ORDEN DE LAS ACTIVIDADES*. Presentación en gestión Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/>
- Guía del PMBOK (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Project Management Institute.
- Mejía, G., Gutiérrez, P., Portilla, C., Medina, M. (2022, Julio - diciembre). *Evaluación de los retrasos en actividades de construcción utilizando redes Bayesianas*: [Caso de estudio Vol. 18 No. 2, Colombia] *Contrataciones del Estado*. (2018, 31 de diciembre). *Ley N° 30225*.
- Mejía, G., & Gutiérrez, J. (2022) *Evaluación de los retrasos en actividades de construcción utilizando redes Bayesianas*: Caso de estudio

Ministerio de Economía y Finanzas (2014). *Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil*. Lima: Dirección General de Inversión Pública.

Montero, (2023) *Programa de Cooperación al Desarrollo Económico*

Muñoz, R. (2017) *Conceptos esenciales de gestión*. Presentación Diplomado gerencia de la construcción, Universidad de ciencias aplicadas 2017

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2017). *Disposiciones sobre el contenido del resumen ejecutivo del estudio de mercado*. Directiva N° 010-2017-OSCE/CD

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2017). *Directiva N° 001-2017-OSCE/CD: Bases y solicitud de expresión de interés estándar para los procedimientos de selección a convocar en el marco de la Ley N° 30225*. Lima.

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2019). *Comunicado N° 003-2019-OSCE: Implementación de funcionalidades electrónicas en el SEACE para los procedimientos de selección*. Lima.

Pazmiño Rodríguez, E. H., & Calle Castro, C. J. (2021). *Análisis relativo para identificar las causas de retrasos en las obras de construcción*. Caso de estudio Cuenca-Ecuador. *Ciencia Digital*, 5(2), 6-15.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i2.1572>

Pedrosa, I., Suárez-Álvarez y García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación [Content Validity Evidences: Theoretical Advances and Estimation Methods]. *Acción Psicológica*, 10(2), x-xx. <http://dx.doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>

Sanchez, R. (2021) El tema de validez de contenido en la educación y la propuesta de Hernández-Nieto. *Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Calzada Legaria # 694, Colonia Irrigación, Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México*.<http://www.lajpe.org>

SEDAPAL (2017). *Ampliación y Mejoramiento del sistema de Agua Potable y Alcantarillado para el Macro Proyecto Pachacutec del Distrito de Ventanilla" - Etapa 3. Callao*

SUNASS (2022) *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el ámbito de operación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento.*

Tafazzoli, P., & Shrestha, M. (2017) *Investigating Causes of Delay in U.S. Construction Projects*, University of Nevada, Las Vegas Las Vegas, Nevada, 53rd ASC Annual International Conference Proceedings, Copyright 2017 by the Associated Schools of Construction

<https://www.researchgate.net/publication/326693706>

I. ANEXOS

Figura 35

Encuesta a profesionales que participaron de la construcción de PTAR en Lima

Del plan de gestión de cronograma, para reducir probables retrasos en las PTAR de Lima:

¿Con la metodología propuesta, cree que se pueda gestionar todos los procesos del cronograma?

1

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

¿Cree usted que con la metodología propuesta se podrá reducir probables los retrasos en las PTAR de Lima?

2

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

3 ¿Con la metodología propuesta: se logra definir los entregables del proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

4 ¿Con la metodología propuesta: se logra definir los hitos del proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

5 ¿Con la metodología propuesta: se ha estandarizado los procesos de definir actividades?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

6 ¿Con la metodología propuesta, logra definir pautas de secuenciado de las actividades?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

7 ¿Con la metodología propuesta: el secuenciamiento ayudó a definir la ruta crítica del proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

8 ¿Con la metodología propuesta: se logra definir la línea base de proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

9 ¿Con la metodología propuesta: se definieron pautas para hacer seguimiento y control al

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

10 ¿Con la metodología propuesta: se definieron pautas para hacer un foreshar y plantera mitigación del proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

11 ¿Con la metodología propuesta: de definieron roles y responsabilidades para el control del proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

12 ¿Con la metodología propuesta, se ha definido correctamente el uso de las herramientas de gestión del cronograma?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

13 ¿Con la metodología propuesta, ayudará a la elaboración del plan trisemanal y semanal?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

14 ¿Con la metodología propuesta, se ha definido los metodos de revisión del cronograma?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

15 ¿Con la metodología propuesta, se ha definido pautas para la elaboración de reportes y KPI del proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

Figura 36

Encuesta de validación del modelo

Del plan de gestión de cronograma, para reducir probables retrasos en las PTAR de Lima:

- 1 ¿Con la metodología propuesta, cree que se pueda gestionar todos los procesos del cronograma?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 2 ¿Cree usted que con la metodología propuesta se podrá reducir probables los retrasos en las PTAR de Lima?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 3 ¿Con la metodología propuesta: se logra definir los entregables del proyecto?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 4 ¿Con la metodología propuesta: se logra definir los hitos del proyecto?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 5 ¿Con la metodología propuesta: se ha estandarizado los procesos de definir actividades?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 6 ¿Con la metodología propuesta, logra definir pautas de secuenciado de las actividades?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 7 ¿Con la metodología propuesta: el secuenciamiento ayudó a definir la ruta crítica del proyecto?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 8 ¿Con la metodología propuesta: se logra definir la línea base de proyecto?

Ninguna	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 9 ¿Con la metodología propuesta: se definieron pautas para hacer seguimiento y control al

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 10 ¿Con la metodología propuesta: se definieron pautas para hacer un forescar y plantera mitigación del proyecto?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 11 ¿Con la metodología propuesta: de definieron roles y responsabilidades para el control del proyecto?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 12 ¿Con la metodología propuesta, se ha definido correctamente el uso de las herramientas de gestión del cronograma?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 13 ¿Con la metodología propuesta, ayudará a la elaboración del plan trisemanal y semanal?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 14 ¿Con la metodología propuesta, se ha definido los métodos de revisión del cronograma?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

- 15 ¿Con la metodología propuesta, se ha definido pautas para la elaboración de reportes y KPI del proyecto?

Inaceptable	Deficiente	Regular	Buena	Excelente

Figura 37

Vista de la Ruta crítica del proyecto del modelo generado

