

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Aplicación del Last Planner System en el proyecto de construcción del canal
Sausalito Alto, Distrito de Chao, Virú, La Libertad.**

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural.

Sub Línea de Investigación: Gestión de Proyectos de Construcción.

Autores:

Matos Girón, Wilser Isaú
Zavaleta Lujan, Yober Eli

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo
Vocal : Farfán Córdova, Marlon Gastón

Asesor:

Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

TRUJILLO - PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024 / 09 / 16

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Aplicación del Last Planner System en el proyecto de construcción del canal
Sausalito Alto, Distrito de Chao, Virú, La Libertad.**

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural.

Sub Línea de Investigación: Gestión de Proyectos de Construcción.

Autores:

Matos Girón, Wilser Isaú
Zavaleta Lujan, Yober Eli

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo
Vocal : Farfán Córdova, Marlon Gastón

Asesor:

Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

TRUJILLO - PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024 / 09 / 16

Aplicación del Last Planner System en el proyecto de construcción del canal Sausalito Alto, Distrito de Chao, Virú, La Libertad.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	17%
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	3%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias 2%


[Handwritten Signature]
Ing. MANUEL VENTURA
CIP. 71180

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto, docente del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Aplicación del Last Planner System en el proyecto de construcción del canal Sausalito Alto, Distrito de Chao, Virú, La Libertad”**, dejo constancia de lo siguiente:

- EL documento tiene un índice de puntuación de similitud 20%, así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 24 de junio del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **“Aplicación del Last Planner System en el proyecto de construcción del canal Sausalito Alto, Distrito de Chao, Virú, La Libertad”** y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 24 de junio del 2024



Matos Girón, Wilser Isau
DNI: 42501915



Zavaleta Luján, Yober Eli
DNI: 45111718



Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto
DNI: 18112316

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

DEDICATORIA

A Dios por haber forjado mi camino hasta este momento, por ayudarme siempre y fortalecerme en cada momento a lo largo de mi vida.

A mi madre, por ser la persona más importante en mi vida y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional, acompañándome durante todo mi trayecto estudiantil y de vida sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi hija, que fue mi fuente de inspiración para seguir adelante en mi carrera profesional.

A mis hermanos mayores, que muchas veces me apoyaron y aconsejaron en los momentos difíciles.

A mis tíos en general, por el afecto a mi persona y estar conmigo cuando los necesitaba.

Wilser Isaú Matos Girón.

A Dios por guiarme en este camino en todo momento, a lo largo de mi vida.

A mis padres, por ser mi apoyo, mi guía y fuente de fuerza, en cada paso de mi educación. Su amor incondicional y constante es fundamental para mis logros.

A mis hermanas, son mi fuente de inspiración, y con su apoyo siempre es más fácil lograr cumplir mis metas.

Yober Eli Zavaleta Lujan.

AGRADECIMIENTO

A mi madre: “En primer lugar le agradezco a mi madre que ha sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, y que en todo momento me ha brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ella que con su cariño me ha impulsado siempre a perseguir mis metas. Hoy le dedico a usted este logro amada madre, como una meta más conquistada. Gracias por ser quien es y por creer en mí”.

Wilser Isaú Matos Girón.

Agradezco a Dios, por ayudarme a cumplir una meta muy importante para mí.

A mi familia, por todo el amor, paciencia y apoyo durante el logro de mis metas.

Yober Eli Zavaleta Lujan

RESUMEN

Esta investigación tiene por objetivo elaborar un plan de gestión del cronograma, recursos y calidad del proyecto construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao - Virú, La Libertad. Para el cual se realizó la implementación del plan maestro, plan intermedio y plan semanal considerando la sectorización, rendimiento por cuadrillas, asignación del personal por día; así también se realizó el plan de suministro de recurso por componentes y el plan de gestión de calidad considerando métodos de control. Los resultados obtenidos del análisis temporal aplicando el sistema Last Planner System se realizará la ejecución de la obra en un 33.33% menos tiempo que el modelo tradicional y en lo económico se obtiene una reducción de gastos en un 26.53% teniendo una mejor calidad de la obra. Se concluye que la aplicación del Last Planner System en la ejecución de la obra de construcción incrementa la confiabilidad de la planificación el cual realiza una gestión del tiempo, recursos y calidad del proyecto el cual produce una mayor productividad en menor tiempo con los mismos recursos y menos costos de ejecución de la obra.

Palabras claves: Gestión, rendimiento, recursos, calidad y proyecto.

ABSTRACT

This research aims to develop a management plan for the schedule, resources and quality of the construction Project of the Sausalito Alto Canal, Chao – Virú District, La Libertad. For which the implementation of the master plan, intermediate plan and weekly plan was carried out considering sectorization, performance by crews, personnel assignment per day; Thus, the resource supply plan by components and the quality management plan were also carried out considering control methods. The results obtained from the temporal analysis applying the Last Planner System, the execution of the work will be carried out in 33.33% less time than the traditional model and economically, a reduction in expenses by 26.53% will be obtained, having a better quality of the work. It is concluded that the application of the Last Planner System in the execution of the construction work increases the reability of the planning which manages the time, resources and quality of the Project which produces greater productivity in less time with the same resources and less costs of execution of the work.

Keywords: Management, performance, resources, quality and project.

PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

Cumpliendo con lo dispuesto en nuestro reglamento de Grados y Títulos de la escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: **“APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL CANAL SAUSALITO ALTO, DISTRITO DE CHAO, VIRÚ, LA LIBERTAD.”**, con la finalidad de cumplir los requisitos para optar el TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO CIVIL.

Los Autores

Índice

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
PRESENTACION.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Justificación del estudio	4
II. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1. Antecedentes del estudio	6
2.2. Marco teórico	8
2.3. Marco conceptual	17
2.4. Sistema de hipótesis	17
III. METODOLOGIA EMPLEADA.....	19
3.1. Tipo y nivel de investigación	19
3.2. Población y muestra de estudio	19
3.3. Diseño de investigación.	19
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	20
3.5. Procesamiento y análisis de datos	22
IV. PRESENTACION DE RESULTADOS.....	25
4.1. Análisis e interpretación de resultados	25
4.2. Docimasia de hipótesis	59
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de definición y operacionalización de las variables.	18
Tabla 2. Metrados por Sector	25
Tabla 3. Rendimientos y Cuadrillas.	27
Tabla 4. Plan Maestro Construcción del Canal Sausalito.	29
Tabla 5. Plan Intermedio semana 01	31
Tabla 6. Plan Intermedio semana 02.	33
Tabla 7. Plan Intermedio semana 03	35
Tabla 8. Plan Intermedio semana 04	37
Tabla 9. Asignación del personal para el sector 01	39
Tabla 10. Plan semanal - Semana N°01	40
Tabla 11. Plan semanal - Semana N°02	41
Tabla 12. Plan semanal - Semana N°03	42
Tabla 13. Plan semanal - Semana N°04	43
Tabla 14. Plan de suministro de recursos para el canal.	46
Tabla 15. Plan de suministro de recursos para la rápida.	47
Tabla 16. Plan de suministro de recursos para las tomas laterales.	48
Tabla 17. Plan de gestión de calidad del canal.	49
Tabla 18. Plan de calidad de la rápida.	50
Tabla 19. Plan de gestión de calidad de la toma lateral.	51
Tabla 20. Plan de gestión de calidad del concreto.	52
Tabla 21. Comparación de tiempo entre modelos de planificación.	55
Tabla 22. Gastos generales del expediente técnico.	56
Tabla 24. Gastos generales del modelo Last Planner System.	57
Tabla 24. Análisis Económico.	59

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Planificación tradicional. Adaptado de Ballard (2000).	10
Gráfico 2. Planificación bajo el criterio Last Planner System Adaptado de Ballard (2000).	10
Gráfico 3. Programación de LPS.	11
Gráfico 4. Esquema del DEBE–SE HARÁ–SE PUEDE. (Pons y Rubio, 2019)	13
Gráfico 5. Diagrama de Flujo del LPS	13
Gráfico 6. Esquema del procedimiento experimental.	20
Gráfico 7. Tren de Actividades.	29

Índice de Imágenes

Imagen 1. Ubicación del Canal Sausalito Alto.	21
Imagen 2. Sectorización Canal Sausalito.	25

I. INTRODUCCION

1.1. Problema de investigación

La infraestructura de un país es muy importante para el crecimiento económico y desarrollo de la población beneficiaria en el empleo de la construcción de obras y en el uso de los proyectos en servicio, por lo que la ejecución de los proyectos públicos y privados son construidos con mayor exigencia y competencia; dado esta situación las empresas buscan perfeccionar los procesos de la construcción implementando sistemas de gestión de proyectos para mejorar los tiempos de construcción, la calidad de los proyectos y optimizar los costos de la ejecución de la obra.

El Global Construction Perspectives y Oxford Economics (2011), indica la producción de la construcción en ese año fue de un 13.4% y se estimaba un crecimiento del 70%, el cual representa un 14.6% de la producción mundial para el 2020. De acuerdo a las nuevas valoraciones del mercado Global Construction Perspectives y Oxford Economics (2015), se espera que la industria de la construcción represente el 14,7% del PIB mundial en el 2030, frente al 1,4% de 2014.

De igual manera en el último informe de inflación del Banco Central de Reserva del Perú muestra que el sector de construcción creció en un 1.9 % en el 2019 pero esta cifra cayó en un 13.9% en el 2020 debido a la crisis sanitaria global provocada por el COVID 19, pero según el último informe del BCR, se pronostica un crecimiento de 17.4% en el 2021 y de 3.8% en el 2022.

En el Perú, existe el problema de que las obras publicas se finalizan fuera del plazo determinado en los contratos por no tener una adecuada planificación y gestión de obras lo cual genera extensiones de plazos en la construcción, ineficiencia de gestión de la construcción, los materiales de construcción no llegan a tiempo para la ejecución de las partidas, la falta de capacitación de los trabajadores hace que las partidas ejecutadas se realicen

con menor rendimiento diario y esto genera un incremento en el valor de la construcción produciendo perdidas significativa para el contratista.

La industria de la construcción tiene una gran actividad dentro del desarrollo económico de una región, en la ejecución de los obras se construye proyectos de irrigación como canales, bocatomas, presas, sistemas de riego, reservorios; así también se construyen carreteras, puentes ,alcantarillados, badenes, cunetas, muros de contención, redes de agua potable, plantas de tratamiento de agua potables y residuales cuya construcción requieren recursos y una buena gestión en la ejecución de los proyectos. La industria de la construcción también requiere una fuerza laboral que genere oportunidades de empleo para los trabajadores en la región La Libertad. Además, crea oportunidades de empleo en otros sectores como transporte de personal, alojamiento y alimentación.

El sector de la construcción muestra una falta de efectividad, baja especialización en los obreros, materiales de construcción que no tienen una buena calidad, un control deficiente en obra el cual da como resultado un consumo excesivo de recursos, ampliaciones de plazos para terminar el proyecto el cual incrementa los costos del proyecto generando pérdidas para el contratista. Además, ocurren accidentes laborales en obras de construcción debido a las condiciones inseguras de los trabajadores.

Las técnicas de programación y control tradicional de la construcción de las obras, al ser formuladas en el siglo pasado, tienen también, el escaso uso de recursos y equipos informáticos modernos esenciales para la productividad y la eficiencia del proyecto hace que la programación tradicional sea obsoleta el cual produce ampliaciones de plazos, sobrecosto y poco control en la calidad de la obra. Como consecuencia, se evidencia que las construcciones no cumplen con los plazos de entrega, presentan sobre costos, requieren de múltiples actas modificatorias y/o suspensiones, el cual afecta la calidad del proyecto e intereses financieros del contratista de la obra.

Para mejorar la eficiencia de la construcción se presenta el modelo de planificación Last Planner System en el proyecto construcción del canal Sausalito Alto el cual realizara la irrigación a las áreas bajo riego de 79.83 ha de superficie de cultivo para el cual debe contar con los elementos necesarios para regular los caudales requeridos mediante las compuertas y diseñar estructuras para soportar las precipitaciones máximas sin afectar el normal suministro de agua a las zonas agrícolas.

Descripción del problema

El proyecto del canal Sausalito Alto está ubicado en distrito de Chao, Virú, La Libertad en condiciones normales deberá abastecer aproximadamente 79.83 ha. de tierras de cultivo de regadío el cual debe contar con los elementos del proyecto para regular la captación de los caudales requeridos mediante las compuertas y así mismo diseñar el canal para soportar las grandes precipitaciones de avenidas sin afectar el suministro y normal abastecimiento de agua a los terrenos de cultivo. De proyectos similares se obtiene información de rendimientos de las cuadrillas que realizan los trabajos en la construcción del canal para la programación del proyecto. Considerando los recursos, calidad y el plazo de ejecución de la construcción del canal; así también la seguridad laboral de los trabajadores.

Formulación del problema

¿Cómo implementar el Last Planner System en la construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito de Chao, Virú, La Libertad para optimizar el tiempo, costo y calidad en el proyecto?

1.2. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la aplicación del Last Planner System en la construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao - Virú, La Libertad.

Objetivos específicos

- Diseñar el plan maestro para mejorar la planificación de la construcción del Canal Sausalito Alto.
- Diseñar el plan intermedio con actividades por sectores con sus respectivas cuadrillas de trabajo.
- Evaluar el primer plan semanal con los recursos y actividades que se ejecutaran durante la semana.
- Evaluar el plan de suministro de recursos considerando fecha límite de los recursos puesto en obra.
- Evaluar el plan de gestión de calidad con sus parámetros de control y plan de reacción de incumplimiento.

1.3. Justificación del estudio

El proyecto se justifica a fin de tener mejoras en la productividad para las empresas ejecutoras con la implementación del Last Planner System. Es por este motivo que surge la motivación de hacer un análisis con Last Planner System en el proyecto de construcción de canales con revestimiento de concreto donde no se muestran muchas investigaciones al respecto. En la presente investigación nos enfocaremos en las partidas del proyecto de “Construcción Del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad”, con la finalidad de cumplir con los plazos, la planificación y calidad del proyecto. Así comprobar los efectos de la implementación de este sistema.

El gran auge que está teniendo la construcción a través del tiempo ha generado gran competitividad en las empresas, causa principal por la cual las empresas están implementando sus herramientas, especialmente los sistemas de gestión, el cual no solo los vuelve competitivos en el mercado, sino también los vuelve eficientes y eficaces generando grandes beneficios en la productividad de la empresa.

La mayoría de empresas usan metodologías tradicionales con respecto al sistema de gestión, ejecutando en gran parte de forma subjetiva, acarreando muchas veces errores en la toma de decisiones; sin embargo, a través de Last System Planner, se logra maximizar la organización de las

actividades a un menor costo, sin dejar de cumplir con lo planificado, ya que permite ver de forma completa la ruta crítica del proyecto de una manera más clara y realista, así mismo genera innovación debido a que no solo gestiona actividades, sino también a personas y equipos de trabajo.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, a través del siguiente proyecto se pretende usar una metodología para la ejecución de proyectos, basado en un sistema que garantice un trabajo constante, donde los retrasos dejen de ser un problema, y las pérdidas sean mínimas a través de una adecuada gestión de recursos, todo esto con la finalidad de aumentar las probabilidades de éxito y disminuir los riesgos, asegurando el buen funcionamiento de la empresa, destacando así la eficiencia en su trabajo.

La presente tesis aspira a ser de base y guía para futuras investigaciones, contribuyendo a los investigadores que desean especializarse en este ramo o simplemente interesados en un mayor conocimiento, mejorando así la calidad de sus trabajos. Se busca que este sistema sea de gran provecho a aquellas personas interesadas en realizar futuros proyectos relacionados a la construcción, dada a la utilidad que éste genera.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Mondragón, (2016) en su investigación “Plan de gestión de alcance, tiempo, costos y adquisiciones de la habilitación urbana el gran sol en la provincia de Trujillo”. Se desarrolló en el proyecto inmobiliario de habilitación urbana, ubicado en la provincia de Trujillo, con frente principal hacia la Av. Mansiche. Este proyecto contempla la habilitación urbana de 10 manzanas con 49 viviendas unifamiliares proyectadas. En este trabajo se desarrolló la implementación del plan de gestión de alcance, tiempo, costo y adquisiciones utilizando el PMBOK en el proyecto inmobiliario de habilitación urbana, para lo cual utilizando la Metodología del Project Management Institute ayudara a mejorar la dirección y administración del proyecto. Después se desarrolló la metodología para el cual se realizó el levantamiento de información en la habilitación urbana El Gran Sol y análisis documental bibliográfico sobre Project Management Institute (PMBOK). Por último, el proyecto resulto en una optimización del trabajo que termino de cumplir con los requisitos de una buena gestión de proyectos sin afectar el costo o el plazo de la ejecución del ´proyecto.

Lucho y Rodríguez (2015) en su investigación “Aplicación de la Guía PMBOK al proyecto centro comercial en Chugay en la gestión del tiempo, gestión del costo y gestión de la calidad”. El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un sistema de gerencia para el proyecto con el objetivo de obtener un modelo de gestión de proyectos y así tener una guía de aplicación para gerenciar proyectos, además contribuir con los procesos de renovación en la gestión en los proyectos. Para lo cual se realizó la implementación de la gestión de costo, calidad y tiempo. Luego en el presente trabajo se concluye: La aplicación de los estándares de la guía del PMBOK permite el seguimiento adecuado del plazo de ejecución del proyecto así también permite identificar oportunamente los incidentes, imprevistos y adicionales que afecten la rentabilidad del proyecto, así también contribuye con una mejor gestión de los recursos relacionados al proyecto especialmente durante la fase de ejecución del proyecto.

Valverde y Diaz (2019) en su investigación “Propuesta de plan de gestión del cronograma, recursos y calidad, con criterios del sistema último planificador del proyecto Casa Blanca, Chiclayo”. En el cual realiza un plan de gestión de recursos, cronograma y calidad con criterios del Last Planner System aplicado al proyecto Casa Blanca habilitación urbana etapa I localizado en el distrito Leonardo Ortiz, Chiclayo. El estudio se basa en datos obtenidos en obra y de proyectos que incluyen especificaciones técnicas, rendimientos de cuadrillas, metrados, presupuesto, planos de urbanización, redes de agua, redes de alcantarillado, vías, manzanas y cronogramas en donde se desarrolló la planificación de los recursos utilizando Last Planner para entregar los resultados de la propuesta en donde se puede optimizar el tiempo y recursos, así reducir los desperdicios de la obra y mejorar la forma de trabajo, la gestión del proyecto, la comunicación con los trabajadores y el seguimiento de las actividades ejecutadas. Por último, se concluyó que mejora la productividad en la construcción de la habilitación urbana Casa Blanca con la aplicación de la propuesta con el criterio del sistema último planificador.

León (2019) en su investigación “Herramientas de control de gestión de obra, aplicada en la ejecución del proyecto Hotel Holiday INN-Piura”. Esta investigación utiliza herramientas efectivas para gestionar costos, calidad y tiempos en las diversas actividades que tiene el proyecto, principalmente apunta en controlar el tiempo de ejecución de las partidas por cuadrilla determinando y comparando sus niveles de productividad, eficiencia y calidad de los trabajos realizados, esta manera de control le permite determinar indicadores de desempeño para incrementar la eficiencia y así lograr importantes beneficios financieros y un crecimiento empresarial sostenible para el cual se utilizó el método del valor ganado para controlar el costo y el tiempo de las actividades como tarrajeos de exteriores y controles de producción diaria para mejorar el avance del proyecto de acuerdo con el sistema de planificación. Por último, se concluye que con la aplicación de las herramientas de gestión EVM es posible monitorear el progreso y cumplimiento de las actividades programadas en el cronograma así mismo

plantear propuestas de mejoras para realizar los trabajos de manera más eficiente.

2.2. Marco teórico

Filosofía Lean

La filosofía Lean considera que se debe descartar actividades y cosas que no aportan valor a los proyectos, es decir actividades que incrementen el valor innecesario deben ser eliminados porque los clientes no están dispuestos a asumir los costos de producción; por ello es importante optimizar la cadena de recursos para que se pueda dar una mejor disposición de estos en la obra teniendo en cuenta la calidad del producto o servicio y la disponibilidad en el momento, lugar y el tipo de servicio que se ha solicitado. Aplicar los principios Lean supone una ayuda para la eficiencia de esa gestión, también beneficia a los socios de la cadena de suministro y las relaciones entre empresas y clientes. La filosofía Lean se trata de crear proyecto y prevenir pérdidas financieras.

“El pensamiento Lean consiste en una serie de métodos y herramientas orientados a prevenir y eliminar fallas; interrupciones de producción, la búsqueda de la mejora continua, eliminación de las pérdidas por demoras e ineficiencias en los procesos de la organización”. (Lledó, 2014).

Según Lledó (2014), la filosofía Lean puede resumirse en cinco principios fundamentales que consideran:

- El especificar con precisión el valor de cada proyecto.
- Identificar el flujo de valor del proyecto.
- Permitir que el valor fluya sin interrupciones.
- Permite que el cliente participe en la identificación del “valor”.
- Buscar la mejora continua.

Lean Construction

Lean Construction o construcción sin pérdidas, está basado en la gestión de los procesos de construcción a través de una mejora continua. Para una buena gestión del sistema Lean Construction es necesario que las personas implicadas en el proyecto estén comprometidas a colaborar para así lograr reducir esfuerzos, tiempo y recursos.

Lean Construction en la industria de la construcción se entiende como un conjunto de actividades o flujo de procesos que se originan con un input o entrada; tales como materiales, equipos, trabajo y dirigidos a una salida u output determinado, pasando a través de un proceso de transformación. (Bazán, 2016).

El sistema Lean Construction cuenta con diversas herramientas que lo hace operativo y aplicable en un proyecto, entre ellas está el Last Planner System o Último Planificador, el cual reduce la variabilidad, mejora el flujo de trabajo basándose en él Debe, Puede o se Hará.

Last Planner System:

Para mejorar la producción de un proyecto de construcción se puede basar en diferentes métodos, basándose en lo tradicional o nuevos sistemas de gestión. Para lograrlo es recomendable empezar con una buena planificación y no solo basada en actividades, sino basándose en la realidad de los trabajadores. Álvarez (2019) en su tesis define a Last Planner como “una metodología de planificación y control de obras colectivas el cual está basadas en la filosofía Lean Construction”, siendo dicha metodología una herramienta desarrollada por Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell.

La planificación convencional si bien suele ser efectiva en muchos casos también crea cierta complejidad debido a que se basa únicamente en expectativas sin tener en cuenta el desempeño y destreza de los trabajadores del proyecto, por otro lado, excluyen el análisis de errores en la planificación e impidiendo las correcciones de estos a tiempo generando pérdidas económicas a la empresa. A comparación de lo descrito Last

Planner System es una metodología para implementar el control de producción en todo un proyecto que tiene como objetivo reducir la variabilidad del proyecto mediante el uso de una operación confiable y una programación simple para definir fácilmente el rendimiento y al mismo tiempo mejorar las transiciones del proceso para que el proyecto siga avanzando con un buen desempeño.

Gráfico 1.

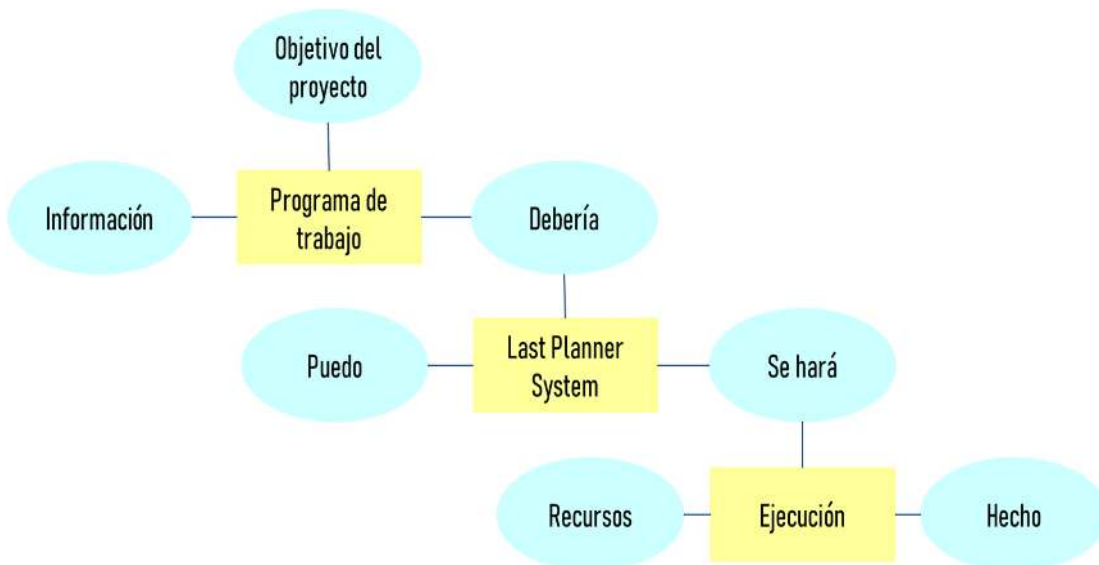
Planificación tradicional.



Nota: Adaptado de Ballard (2000)

Gráfico 2.

Planificación bajo el criterio Last Planner System.



Nota: Adaptado de Ballard (2000)

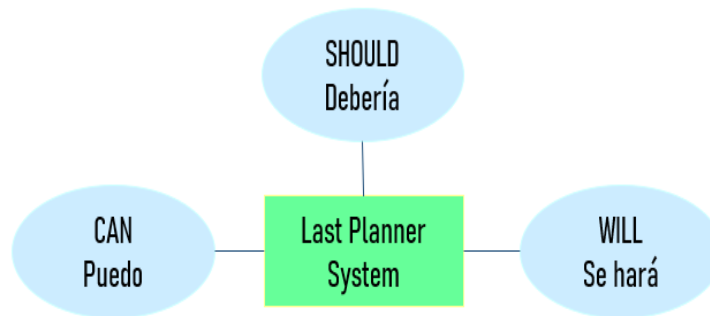
La planificación no es solo una serie de procesos o actividades que ocurren de manera ordenada y organizada así también se puede definir el costo y la programación del proyecto. A través de la planificación se debe tener en cuenta que se debe hacer en una actividad con todos los recursos que se tiene que tener para su ejecución, preguntarse si se puede hacer en el plazo y qué acciones necesarias se tomaran para poder hacerlo, es decir que se hará; así mismo se debe indicar que personas estarán a cargo de la planificación permanente durante toda la ejecución de proyecto.

Se puede, se debería, se hará:

Last Planner System fue diseñado para integrar “lo que debe de hacerse”, “lo que se puede hacer”, “Lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la programación de las partidas de un proyecto. A través de esto Last Planner System crea un sistema el cual garantiza su cumplimiento de actividades por parte de las personas en cada semana, permitiendo así la eliminación de otras partidas que no añaden valor.

Gráfico 3.

Programación de LPS.



Nota: Adaptado de Ballard (2000)

A comparación del sistema tradicional Last Planner System incorpora en la planificación el “se PUEDE hacer”, el cual es una parte del “se HARÁ”, siendo este una parte del “DEBERÍA”. El sistema del último planificador (LPS) utiliza una metodología en cascada, el cual parte de un análisis general a uno específico, permitiendo un análisis a detalle disminuyendo así la inseguridad del “se PUEDE hacer”.

Last Planner en la planificación general “Master Scheduling” indica lo que “se DEBERÍA de hacer” es una planificación de todas las actividades del proyecto que se realizara durante toda la ejecución de la obra, la planificación intermedia “Look Ahead Planning” indica lo que “se PUEDE hacer” es una planificación en un tiempo determinado depende de la persona encargada, de la complejidad del proyecto y su duración puede ser mensual o quincenal, la planificación semanal “Week Work Planning” indica lo que “se HARÁ”. De esta forma existirá mayor probabilidad de que las partidas y reuniones se cumplan, esta planificación se realiza de manera semanal con todos los involucrados del proyecto.

Sin Last Planner System, el planificar consiste en determinar “lo que debería hacerse” para completar un proyecto y decidir “lo que se hará” en un cierto período de tiempo, sin embargo, ciertas condiciones no se van a liberar, generando así que parte de un proyecto no se pueda realizar, dando lugar a atraso de manera constante. Caso contrario el contar con el sistema Last Planner System (LPS) las personas encargada de la planificación deberán identificar “lo que puede hacerse” y después decidir “lo que se hará” durante la semana, evitando demoras en la ejecución de las actividades por alguna restricción no liberada por ejemplo falta de suministro de materiales que están dentro de actividades críticas; para esto los coordinadores del proyecto deben concentrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que las actividades puedan iniciarse o continuar así tener mayor eficiencia en los trabajos.

Gráfico 4.

Esquema del DEBE-SE HARÁ-SE PUEDE.

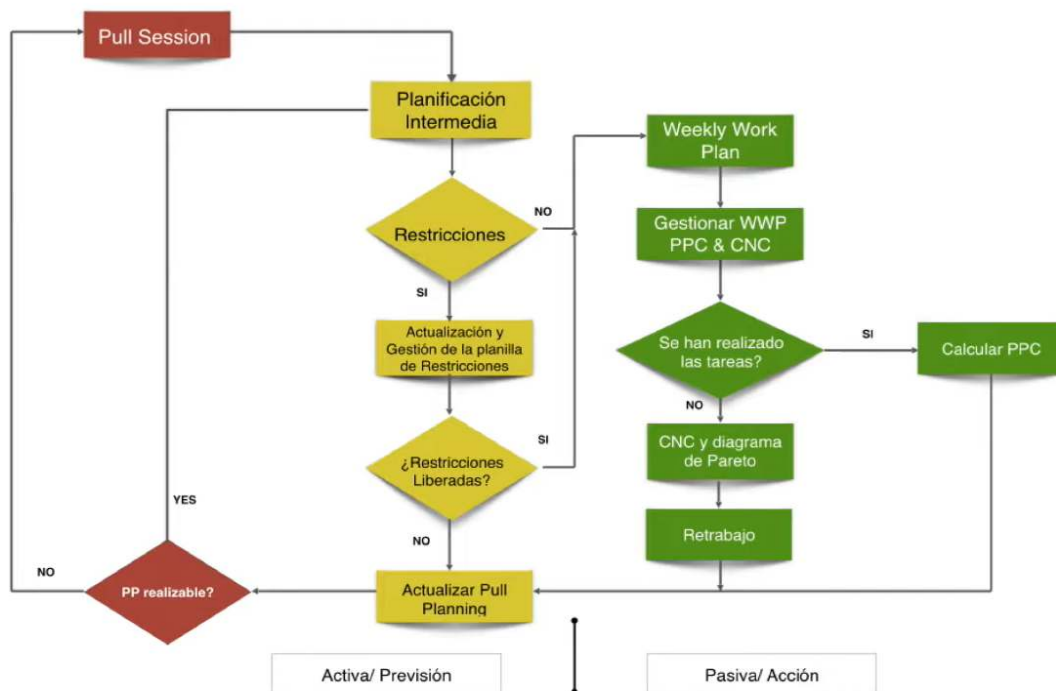


Nota: Pons y Rubio, 2019.

La metodología de Last Planner System está representada con el diagrama de flujo que se presenta a continuación:

Gráfico 5.

Diagrama de Flujo del LPS.



Estructura Last Planner System

Considerando el proceso del sistema Last Planner System podemos precisar que este sistema está conformado por los siguientes elementos:

- Cronograma maestro.
- Planificación por fases.
- Planificación intermedia.
- Plan de trabajo semanal.
- Reserva de trabajo ejecutable.

De lo mencionado anteriormente podemos identificar cuatro niveles dentro de la jerarquía del Last Planner System, los cuales son: el cronograma maestro, la programación por fases, la planificación intermedia y el plan de trabajo semanal, sin embargo, no se podía dejar de lado la reserva del trabajo ejecutable (Workable Backlog), por ello se procede a explicar a continuación.

Cronograma maestro (Master Schedule):

EL cronograma maestro o planificación inicial es aquella planificación general donde se reflejan todas las actividades con su respectivo plazo de ejecución. A través de este cronograma se desarrolla los plazos establecidos de cada meta se debe determinar como “hitos” para el proyecto, en este cronograma se presentan los hitos de control de inicio y fin de una actividad del proyecto; por otro lado, el plan maestro tendrá que considerar información real sobre el desempeño de la empresa según el tipo de obra a realizar, confirmando así el enfoque de la metodología Last Planner System debido a un control de las actividades que muestran en el avance real de la empresa.

Planificación por fases (Phase Schedule):

En Last Planner System la planificación se realiza por etapas con el fin de obtener un mayor detalle en la información analizada y así poder establecer un plazo determinado para la ejecución del proyecto, esto ayuda a realizar un análisis desde el final, lo cual es una ventaja para entender si el plazo estimado era el suficiente o si será necesario ampliar o si es posible

ajustar aún más cada fase para lograr llegar al plazo establecido; de lo dicho nos referimos específicamente a la programación de tipo Pull o una programación inversa, el cual se comienza desde la partida final hacia la partida inicial de la fase.

El propósito para elaborar un plan por fases es el siguiente:

- Que maximiza la generación de valor.
- Que todos los involucrados entiendan y apoyen.
- Que especifica la transferencia entre grupos de trabajo.

Planificación intermedia (Lookahead Planning):

La planificación intermedia permite controlar el flujo de trabajo, en este nivel se busca formar la secuencia y el ritmo del flujo trabajo controlando el traspaso de una cuadrilla a otra estableciendo previamente una secuencia según el proceso constructivo y plazos para la entrega de las metas del proyecto. La planificación intermedia permite desintegrar las actividades del plan maestro en grupos de trabajo.

Desarrollar el método a gran detalle para identificar los inconvenientes que se presentan en la ejecución del trabajo, a fin de eliminar las restricciones y generar un flujo totalmente factible de ejecutar.

Mantener una reserva de trabajo listo en caso se presenten ciertas restricciones en las actividades, permitiendo así ejecutar otras actividades en su reemplazo con la finalidad de no paralizar el flujo de trabajo y así evitar pérdidas económicas y tiempo en el proyecto, mientras se libera de dichas restricciones para luego poder ejecutarlo.

Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan)

El plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan) es el último nivel en la jerarquía del Last Planner System, es el nivel más detallado de las actividades ejecutadas del proyecto durante un periodo de una semana donde en un cronograma se presenta las actividades que se realizarán durante la semana, el personal que se encargará de ejecutarlas, la cantidad de suministros que se necesitan, los equipos, herramientas y la persona que se encarga del control del proyecto. Este plan tiene como el propósito de

controlar las unidades de producción para identificar los avances y las restricciones para corregir a tiempo y no tener pérdidas económicas en la empresa.

Reserva de trabajo ejecutable (Workable Backlog)

La reserva de trabajo ejecutable es la lista de actividades que no tiene restricciones, generando una gran probabilidad de su cumplimiento. Esta reserva de actividades evita la paralización del flujo en caso apareciese algún problema con una tarea que estaba dentro del plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan) y ya no pudiese ser ejecutada. Si esto ocurriese pues se tomaría otra actividad de Workable Backlog para que fuera ejecutado por esta unidad de producción evitando así tiempos muertos. Claro que siempre debemos tomar en cuenta que la nueva tarea que se asignará a esta unidad de producción debe ser compatible con sus habilidades. (Miranda, 2012).

Importancia De Last Planner System En La Construcción

La adopción del sistema Lean ya se ha empezado sin embargo en la construcción se está aplicando cada vez con mayor alcance. Según estudios realizados por Pons y Rubio (2019), concluyeron que los problemas crónicos en la construcción se deben a lo siguiente:

- Uso de métodos obsoletos para la planificación, control y gestión de la producción.
- Incumplimiento de la seguridad.
- Proyectos con poco detalle e incompletos.
- Controles de calidad ineficaces.
- Incumplimiento sistemático de los plazos de entrega.
- Mano de obra poco cualificada.
- Falta de control de transparencia entre las partes interesadas.
- Escasos o nulos controles de la productividad.
- Sobrecostos.
- Gran cantidad de retrabajos.

2.3. Marco conceptual

Lean Construction.

Es una filosofía de producción que tiene como objetivo agregar valor al cliente con una mínima cantidad de desperdicio (entendiendo como valor para el cliente, el cumplir de manera satisfactoria con todos los requisitos y expectativas que tiene cuando nos contratan para realizar el proyecto), entendiendo como desperdicio cualquier actividad que consume recursos, pero no genera valor al proyecto. (Rubio, 2019)

Last Planner System (LPS).

Se define como un sistema de planificación y control de la producción para obras de construcción, originalmente desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell desde mediados de los años 90, y posteriormente teorizado en la tesis doctoral de Glenn Ballard del año 2000. (Pons y Rubio, 2019)

2.4. Sistema de hipótesis

Con la aplicación del Last Planner System en la planificación de la construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao - Virú, La Libertad, optimizaremos el tiempo, costo y calidad del proyecto.

Variable

Last Planner System en la construcción del Canal Sausalito Alto.

Variables e indicadores (Cuadro de operacionalización de variables)

Tabla 1.

Cuadro de definición y operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Intervalo o Rango
Last Planner System en la construcción del Canal Sausalito Alto	Consiste en realizar una planificación y programación del sistema de trabajo que se va a realizar con el propósito de optimizar tiempo, recursos y obtener una mayor calidad en la obra y generar la mayor utilidad para la empresa	El desarrollo del plan de gestión del proyecto se implementará utilizando el Last Planner System, donde la optimización del proyecto se logrará controlando de la mejor manera los recursos del proyecto y siguiendo el plan del proyecto durante la ejecución de la obra.	Niveles de planificación del Last Planner System.	- Planificación maestra - Planificación intermedia. - Planificación semanal	Intervalo Intervalo Intervalo
			Control del tiempo	- Tiempo de llegada de recurso a la obra	Intervalo
			Gestión de tiempo	- Reducción del tiempo del proyecto	Rango
			Gestión de costo	- Reducción del costo del proyecto	Rango
			Gestión de calidad	- Incremento en la calidad del proyecto	Rango

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

El presente proyecto es una investigación Aplicada. Porque se caracteriza en utilizar los conocimientos en problemas reales de manera organizada siguiendo una metodología determinada el cual nos permite comprender la realidad de manera rigurosa y sistematizada, así también mejorara la eficiencia de los procesos constructivos en una variedad de proyectos de obra e impulsar el desarrollo de las empresas constructoras.

Nivel de investigación

El nivel de investigación del presente estudio es Descriptiva. Porque nos permite describir la realidad de manera detallada para el cual se utiliza métodos y técnicas para recolección de la información para luego realizar un análisis y obtener resultados, la investigación descriptiva su objetivo es describir los fenómenos que se estudian el cual se desarrolla con mayor amplitud y precisión considerando diferentes parámetros del proyecto.

3.2. Población y muestra de estudio

Población de estudio

La población de estudio es la Construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad.

Muestra de estudio

Las partidas del proyecto Construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad.

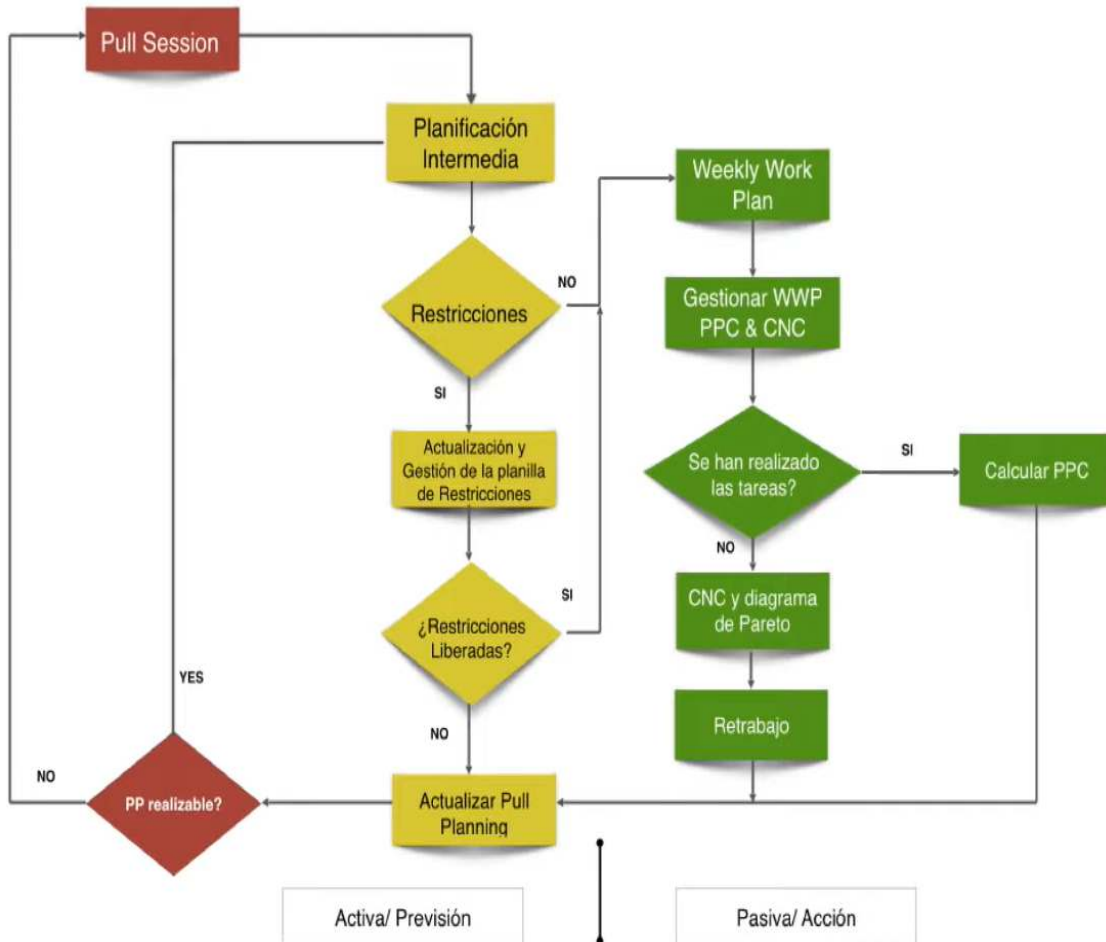
3.3. Diseño de investigación.

El diseño de la investigación fue no experimental porque se lleva a cabo sin manipulación de las variables, es decir observar y recopilar datos sobre eventos en un entorno del mundo real para luego analizar y sacar conclusiones basadas en el análisis de dichos datos. Además, en los estudios no experimentales no es posible manipular variables, porque las

condiciones de las variables no pueden asignarse aleatoriamente porque los eventos ocurren sin tendencia a ser manipulados.

Gráfico 6.

Esquema del procedimiento experimental.



3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Se realizarán investigaciones en la Construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad, para obtener información del proyecto. Para lo cual se debe considerar, el diseño del proyecto, metrados, especificaciones técnicas, presupuestos, análisis de precios unitarios, cronograma, monitoreo, cargos en esta obra. Con la finalidad de desarrollar la tesis, a continuación, se detalla las características del proyecto:

Características del proyecto

El proyecto Construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad, en donde el canal Sausalito Alto, en condiciones normales requiere abastecer aproximadamente 79.83 ha. de tierras de cultivo bajo riego, que para el mejor aprovechamiento necesita la construcción de todas las estructuras necesarias para regular la captación de los caudales requeridos mediante las compuertas y así como el transporte del flujo de agua a las parcelas; estas estructuras tienen que soportar las máximas precipitaciones de agua sin afectar el abastecimiento de agua normal a los terrenos de cultivo que están bajo su influencia.

Imagen 1.

Ubicación del Canal Sausalito Alto.



Nota: Google earth.

Técnicas:

Las técnicas usadas son los antecedentes de los parámetros de gestión de proyectos en la construcción del canal; Para eso se realizará diferentes estudios como son:

- Planos del proyecto.
- Metrados del proyecto.
- Presupuesto total del proyecto.
- Análisis de los precios unitarios del proyecto.
- Calendario de avance de obra.

- Cronograma de valorizaciones mensuales del proyecto.
- Cronograma de materiales e insumos.
- Especificaciones técnicas del proyecto.

Instrumentos:

En los estudios ejecutados se emplearon varios instrumentos que sirvieron fundamentalmente en la elaboración completa para cada proceso ejecutado, obviamente instrumentos en buenas condiciones y bien empleados.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para la implementación del sistema de planificación, previamente se conceptualizó un proyecto global de construcción de canal. El cual se desarrollará por etapas realizando un diagrama de flujo con la finalidad de estandarizar el proceso constructivo del proyecto.

Recolección de información:

Con la finalidad de desarrollar la tesis se desarrollará la búsqueda de información del proyecto tales como el diseño del proyecto, metrados, presupuesto, análisis de precios unitarios, cronogramas de ejecución de obra, rendimientos reales de los trabajadores.

El diseño de la obra de conducción del canal se realizó en función a los criterios técnicos establecidos por el Bureau of Reclamation (USBR) y en base a las prácticas usuales de ingeniería en proyectos similares, siendo éstos principalmente los siguientes: El caudal de operaciones que demandan las 79.83 ha. de cultivo que irriga el canal Sausalito Alto es de 0.30 m³/s, el que será captado; Se ha propuesto la construcción del canal de conducción de 1 090 metros de concreto armado, sección rectangular, construcción de 04 tomas laterales de concreto armado, con compuertas tipo volante; construcción de una rápida de concreto armado con poza y dados disipadores.

Implementación del sistema Last Planner System al proyecto:

Para la implementación de Last Planner System al proyecto se desarrollará con la implementación de reuniones de los involucrados en el proyecto con la finalidad de desarrollar la planificación de la ejecución de la construcción de la obra del canal. Para lo cual se desarrollará los siguientes planes:

Plan Maestro:

En este plan maestro se desarrolló la planificación de todas las actividades requeridas para la construcción del proyecto para lo cual se determinó las metas generales del proyecto mediante fechas establecidas tanto de inicio y termino de las actividades, las cuales son establecidos en los términos contractuales para la construcción del proyecto. En esta etapa se definirá los hitos de control de las actividades del proyecto que son las fechas de cumplimiento de cada meta. Para la elaboración de este plan maestro se desarrolló en los programas de informáticos como Ms Project y Excel.

Planificación Intermedia:

En esta etapa de la planificación intermedia se extraerá las actividades del plan maestro que serán ejecutadas en un corto plazo y por sectores de trabajo y así el cual permite evaluar los suministro, personal, equipos y herramientas que se utiliza para ejecutar dicha partida, así también nos permite identificar las restricciones existentes que impidan ejecutar actividades y poder levantar la restricción y luego volver a terminar dicha actividad.

Plan Semanal:

En esta última fase del Last Planner System se realizó con un mayor nivel de detalle la planificación de las actividades que serán ejecutadas durante una semana de construcción, además tiene por objetivo el control de la unidad de producción. Para lo cual se prioriza la secuencia de los trabajos de la semana, la distribución de los trabajadores, el suministro de materiales, el desempeño del personal para cumplir con los plazos establecidos en el contrato.

Plan de Gestión de Calidad:

En el plan de gestión de la calidad se identificará los requisitos y estándares de calidad de los materiales del proyecto, por lo cual se realizó el plan de gestión de calidad considerando las especificaciones técnicas de los materiales y con sus respectivos protocolos de los ensayos de los materiales que se colocan en la obra, para obtener el plan de gestión de la calidad. En la elaboración del plan de calidad tendrá que cumplir la reglamentación vigente de construcción, así mismo se tiene presente los responsables de la ejecución de las actividades y su respectiva supervisión de calidad, además un plan de reacción por incumplimiento, el cual describirá las acciones que se debe ejecutar por el incumplimiento de la calidad.

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Criterios De Planificación Last Planner

De acuerdo al proyecto, para la ejecución del proyecto se realiza la sectorización, para lo cual nosotros realizamos la planificación con dos sectores, para lo cual la mayoría de los metrados son iguales, se diferencia en el segundo sector no presenta rápidas ni tomas laterales.

Imagen 2.

Sectorización Canal Sausalito.

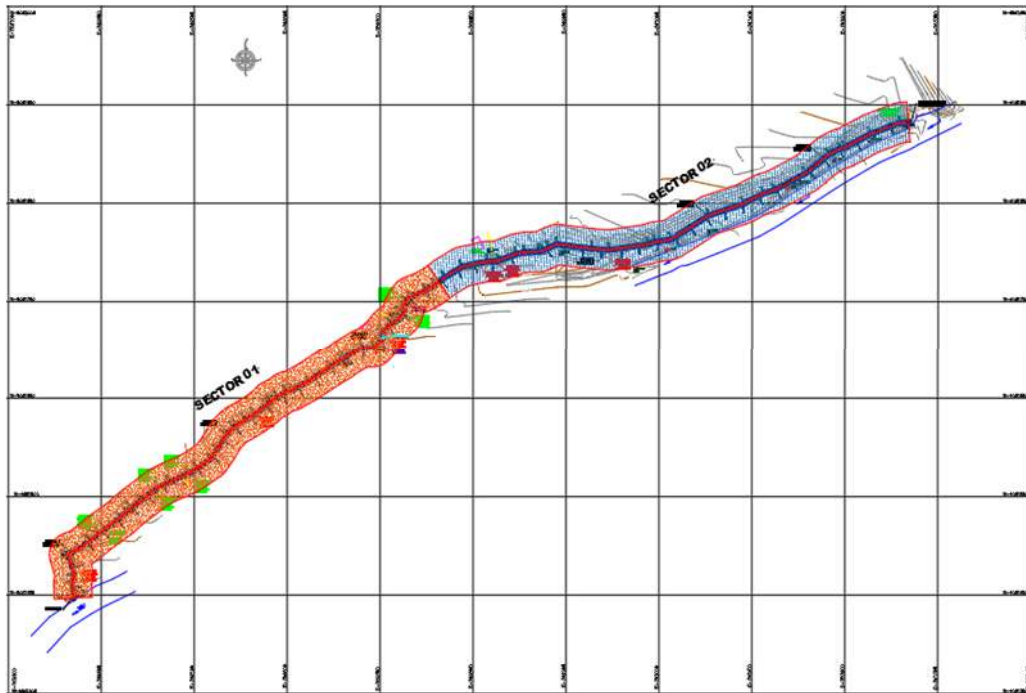


Tabla 2.

Metrados por Sector

Partidas	Metrado de sectores					
	Total		Sector 1		Sector 2	
	Metrado	Unidad	Metrado	Unidad	Metrado	Unidad
Canal						
Movimiento de tierras						
Desbroce de terreno natural	241.15	m3	120.58	m3	120.58	m3
Excavación de material suelto a mano para estructura	274.10	m3	137.05	m3	137.05	m3
Relleno compactado con material a préstamo	487.15	m3	243.58	m3	243.58	m3

Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	141.70	m3	70.85	m3	70.85	m3
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	342.63	m3	171.32	m3	171.32	m3
Obras de concreto						
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	922.68	m2	461.34	m2	461.34	m2
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	336.51	m3	168.26	m3	168.26	m3
Encofrado y desencofrado simple	2758.62	m2	1379.31	m2	1379.31	m2
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	12667.51	kg	6333.76	kg	6333.76	kg
Juntas y sellos						
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	590.70	m	295.35	m	295.35	m
Rápida						
Movimiento de tierras						
Excavación de material suelto a mano para estructura	1.50	m3	1.50	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material a préstamo	1.32	m3	1.32	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.15	m3	0.15	m3	0.00	m3
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1.87	m3	1.87	m3	0.00	m3
Obras de concreto						
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	4.85	m2	4.85	m2	0.00	m2
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.97	m3	1.97	m3	0.00	m3
Encofrado y desencofrado simple	17.22	m2	17.22	m2	0.00	m2
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	89.43	kg	89.43	kg	0.00	kg
Juntas y sellos						
Junta de water stop de 6"	6.40	m	6.40	m	0.00	m
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	6.40	m	6.40	m	0.00	m
Tomas laterales - 04 unidades						
Movimiento de tierras						
Excavación de material suelto a mano para estructura	4.00	m3	4.00	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material a préstamo	0.57	m3	0.57	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.85	m3	0.85	m3	0.00	m3
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	5.00	m3	5.00	m3	0.00	m3
Obras de concreto						
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	3.40	m2	3.40	m2	0.00	m2
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.20	m3	1.20	m3	0.00	m3
Encofrado y desencofrado simple	12.34	m2	12.34	m2	0.00	m2
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	47.04	kg	47.04	kg	0.00	kg

Tabla 3.*Rendimientos y Cuadrillas.*

Ítem	Descripción	Metrado	Rend	Und	Duración días	Cuadrilla		
						Op	Of	Pe
2	Canal							
2.01	Movimiento de tierras							
02.01.01	Desbroce de terreno natural	120.58	16	m3/día	8	0	0	5
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	137.05	17	m3/día	9	0.2	0	5
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	243.58	18	m3/día	14	1	0	2
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	70.85	9	m3/día	8	0.5	0	1
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	171.32	8	m3/día	22	0	0	2
2.02	Obras de concreto							
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	461.34	32	m2/día	15	0.25	0.25	1.5
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	168.26	12	m3/día	15	1	1	10
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1,379.31	72	m2/día	20	4	4	0
02.02.04	Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	6,333.76	500	kg/día	13	2	0	4
2.03	Juntas y sellos							
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	295.35	20	m/día	15	0.1	0	0.1
3	Rápida							
3.01	Movimiento de tierras							
03.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1.50	7	m3/día	1	0.1	0	2
03.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1.32	18	m3/día	1	1	0	2
03.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.15	18	m3/día	1	1	0	2
03.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1.87	8	m3/día	1	0	0	2

Ítem	Descripción	Metrado	Rend	Und	Duración días	Cuadrilla		
						Op	Of	Pe
3.02	Obras de concreto							
03.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	4.85	120	m2/día	1	1	1	6
03.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.97	12	m3/día	1	1	1	10
03.02.03	Encofrado y desencofrado simple	17.22	18	m2/día	1	1	1	0
03.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	89.43	250	kg/día	1	1	0	2
3.03	Juntas y sellos							
03.03.01	Junta de water stop de 6"	6.40	100	m/día	1	1	0	1
03.03.02	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	6.40	150	m/día	1	1	0	1
4	Tomas laterales - 04 unidades							
4.01	Movimiento de tierras							
04.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	4.00	7	m3/día	1	0.1	0	2
04.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	0.57	18	m3/día	1	1	0	2
04.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.85	18	m3/día	1	1	0	2
04.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	5.00	8	m3/día	1	0	0	2
4.02	Obras de concreto							
04.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	3.40	120	m2/día	1	1	1	6
04.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.20	12	m3/día	1	1	1	10
04.02.03	Encofrado y desencofrado simple	12.34	18	m2/día	1	1	1	0
04.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	47.04	250	kg/día	1	1	0	2

Plan Maestro

Propuesta planificada en un espacio temporal de un mes.

Tabla 4.

Plan Maestro Construcción del Canal Sausalito.

Ítem	Descripción	Mes 1			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
2 Canal		01-Ago			27-Ago
2.01	Movimiento de tierras	01-Ago			27-Ago
2.02	Obras de concreto		09-Ago		25-Ago
2.03	Juntas y sellos		08-Ago		24-Ago
3 Rápida					25-Ago
3.01	Movimiento de tierras				24-Ago
3.02	Obras de concreto				25-Ago
3.03	Juntas y sellos				25-Ago
4 Tomas laterales - 04 unidades					25-Ago
4.01	Movimiento de tierras				25-Ago
4.02	Obras de concreto				25-Ago

Plan Intermedio

En el tren de actividades y el plan intermedio (Lookahead) que mostraremos en las siguientes tablas tomamos en cuenta el plan maestro, los metrados que se ejecutará durante el día construidos de acuerdo al proceso constructivo, para lo cual el personal utilizado durante el día se podrá conocer y contratar, así se optimiza el recurso humano. Por ser una obra civil lineal, donde a lo largo del canal se ha realizado la sectorización para lo cual se ha planificado la construcción en paralelo cada sector, iniciando los dos sectores al mismo tiempo, a continuación, se muestra el tren de actividades del sector 01.

Gráfico 7.

Tren de Actividades.

Tabla 5.

Plan Intermedio semana 01

Last Planner System		Semana 01									
		L	M	M	J	V	S	D			
Ítem	Nombre de tarea	Duración	Metrado	Und	01- Ago	02- Ago	03- Ago	04- Ago	05- Ago	06- Ago	07- Ago
2	Canal										
2.01	Movimiento de tierras										
02.01.01	Desbroce de terreno natural	8	120.58	m3	16	16	16	16	16	16	
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	9	137.05	m3	17	17	17	17	17	17	
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	14	243.58	m3							
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	8	70.85	m3	9	9	9	9	9	9	
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	22	171.32	m3		8	8	8	8	8	
2.02	Obras de concreto										
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	15	461.34	m2							
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	15	168.26	m3							
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	20	1,379.31	m2		72	72	72	72	72	
02.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	13	6,333.76	kg	500	500	500	500	500	500	
2.03	Juntas y sellos										
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	15	295.35	m							
3	Rápida										
3.01	Movimiento de tierras										
03.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	1.5	m3							
03.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	1.32	m3							
03.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.15	m3							
03.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	1.87	m3							

Last Planner System						Semana 01						
Ítem	Nombre de tarea	Duración	Metrado	Und								
					L 01- Ago	M 02- Ago	M 03- Ago	J 04- Ago	V 05- Ago	S 06- Ago	D 07- Ago	
3.02	Obras de concreto											
03.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	4.85	m2								
03.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.97	m3								
03.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	17.22	m2								
03.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	89.43	kg								
3.03	Juntas y sellos											
03.03.01	Junta de water stop de 6"	1	6.4	m								
03.03.02	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	1	6.4	m								
4	Tomas laterales - 04 unidades											
4.01	Movimiento de tierras											
04.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	4	m3								
04.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	0.57	m3								
04.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.85	m3								
04.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	5	m3								
4.02	Obras de concreto											
04.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	3.4	m2								
04.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.2	m3								
04.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	12.34	m2								
04.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	47.04	kg								

Tabla 6.

Plan Intermedio semana 02.

Ítem	Last Planner System Nombre de tarea	Duración	Metrado	Und	Semana 02						
					L 08- Ago	M 09- Ago	M 10- Ago	J 11- Ago	V 12- Ago	S 13- Ago	D 14- Ago
2	Canal										
2.01	Movimiento de tierras										
02.01.01	Desbroce de terreno natural	8	120.58	m3	16	8.58					
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	9	137.05	m3	17	17	1.05				
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	14	243.58	m3			18	18	18	18	
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	8	70.85	m3	9	7.85					
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	22	171.32	m3	8	8	8	8	8	8	
2.02	Obras de concreto										
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	15	461.34	m2		32	32	32	32	32	
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	15	168.26	m3			12	12	12	12	
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	20	1,379.31	m2	72	72	72	72	72	72	
02.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	13	6,333.76	kg	500	500					
2.03	Juntas y sellos										
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	15	295.35	m	20	20	20	20	20	20	
3	Rápida										
3.01	Movimiento de tierras										
03.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	1.5	m3							
03.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	1.32	m3							
03.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.15	m3							
03.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	1.87	m3							

Last Planner System						Semana 02						
Ítem	Nombre de tarea	Duración	Metrado	Und	L	M	M	J	V	S	D	
					08- Ago	09- Ago	10- Ago	11- Ago	12- Ago	13- Ago	14- Ago	
3.02	Obras de concreto											
03.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	4.85	m2								
03.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.97	m3								
03.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	17.22	m2								
03.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	89.43	kg								
3.03	Juntas y sellos											
03.03.01	Junta de water stop de 6"	1	6.4	m								
03.03.02	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	1	6.4	m								
4	Tomas laterales - 04 unidades											
4.01	Movimiento de tierras											
04.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	4	m3								
04.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	0.57	m3								
04.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.85	m3								
04.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	5	m3								
4.02	Obras de concreto											
04.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	3.4	m2								
04.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.2	m3								
04.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	12.34	m2								
04.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	47.04	kg								

Tabla 7.

Plan Intermedio semana 03

Last Planner System						Semana 03						
Ítem	Nombre de tarea	Dur.	Metrado	Und	L	M	M	J	V	S	D	
					15- Ago	16- Ago	17- Ago	18- Ago	19- Ago	20- Ago	21- Ago	
2	Canal											
2.01	Movimiento de tierras											
02.01.01	Desbroce de terreno natural	8	120.58	m3								
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	9	137.05	m3								
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	14	243.58	m3	18	18	18	18	18	18		
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	8	70.85	m3								
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	22	171.32	m3	8	8	8	8	8	8		
2.02	Obras de concreto											
02.02.01	Concreto simple f'c=100 kg/cm2 para solados e=10cm	15	461.34	m2	32	32	32	32	32	32		
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	15	168.26	m3	12	12	12	12	12	12		
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	20	1,379.31	m2	72	72	72	72	72	72		
02.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	13	6,333.76	kg	250	250	250	250	250	250		
2.03	Juntas y sellos											
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	15	295.35	m	20	20	20	20	20	20		
3	Rápida											
3.01	Movimiento de tierras											
03.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	1.5	m3								
03.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	1.32	m3								
03.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.15	m3								
03.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	1.87	m3								

Last Planner System		Semana 03									
		L	M	M	J	V	S	D			
Ítem	Nombre de tarea	Dur.	Metrado	Und	15- Ago	16- Ago	17- Ago	18- Ago	19- Ago	20- Ago	21- Ago
3.02	Obras de concreto										
03.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	4.85	m2							
03.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.97	m3							
03.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	17.22	m2							
03.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	89.43	kg							
3.03	Juntas y sellos										
03.03.01	Junta de water stop de 6"	1	6.4	m							
03.03.02	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	1	6.4	m							
4	Tomas laterales - 04 unidades										
4.01	Movimiento de tierras										
04.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	4	m3							
04.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	0.57	m3							
04.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.85	m3							
04.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	5	m3							
4.02	Obras de concreto										
04.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	3.4	m2							
04.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.2	m3							
04.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	12.34	m2							
04.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	47.04	kg							

Tabla 8.

Plan Intermedio semana 04

Ítem	Last Planner System Nombre de tarea	Dur.	Metrado	Und	Semana 04						
					L 22- Ago	M 23- Ago	M 24- Ago	J 25- Ago	V 26- Ago	S 27- Ago	D 28- Ago
2	Canal										
2.01	Movimiento de tierras										
02.01.01	Desbroce de terreno natural	8	120.58	m3							
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	9	137.05	m3							
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	14	243.58	m3			18	18	18	9.58	
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	8	70.85	m3							
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	22	171.32	m3	8	8	8	8	3.32		
2.02	Obras de concreto										
02.02.01	Concreto simple f'c=100 kg/cm2 para solados e=10cm	15	461.34	m2	32	32	32	13.34			
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	15	168.26	m3	12	12	12	12	0.26		
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	20	1,379.31	m2	72	72	11.31				
02.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	13	6,333.76	kg	500	333.76					
2.03	Juntas y sellos										
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	15	295.35	m	20	20	15.35				
3	Rápida										
3.01	Movimiento de tierras										
03.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	1.5	m3			1.5				
03.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	1.32	m3				1.32			
03.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.15	m3			0.15				
03.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	1.87	m3				1.87			

Last Planner System					Semana 04						
Ítem	Nombre de tarea	Dur.	Metrado	Und	L	M	M	J	V	S	D
					22- Ago	23- Ago	24- Ago	25- Ago	26- Ago	27- Ago	28- Ago
3.02	Obras de concreto										
03.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	4.85	m2			4.85				
03.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.97	m3			1.97				
03.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	17.22	m2		17.22					
03.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	89.43	kg			89.43				
3.03	Juntas y sellos										
03.03.01	Junta de water stop de 6"	1	6.4	m							
03.03.02	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	1	6.4	m							
4	Tomas laterales - 04 unidades										
4.01	Movimiento de tierras										
04.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1	4	m3			4				
04.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1	0.57	m3					0.57		
04.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0.85	m3				0.85			
04.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1	5	m3						5	
4.02	Obras de concreto										
04.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	3.4	m2					3.4		
04.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1.2	m3					1.2		
04.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1	12.34	m2				12.34			
04.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	47.04	kg				47.04			

En la siguiente tabla del personal cada sector está planificado para cuatro semanas teniendo un promedio diario de personal en cada semana con algunas variaciones en el inicio y termino de la obra, para lo cual se tiene en cuenta que la mayoría de trabajadores son de la zona, en donde con la planificación se puede contratar el personal.

Tabla 9.*Asignación del personal para el sector 01*

	Semana 01								Parcial	Semana 02								Parcial
	L 01- Ago	M 02- Ago	M 03- Ago	J 04- Ago	V 05- Ago	S 06- Ago	D 07- Ago	L 08- Ago		M 09- Ago	M 10- Ago	J 11- Ago	V 12- Ago	S 13- Ago	D 14- Ago			
HH	142	222	222	222	222	222	0	1250	223	222	218	218	218	218	0	1315		
Trab	18	28	28	28	28	28	0	156	28	28	27	27	27	27	0	164		
HH Op	22	54	54	54	54	54	0	290	54	56	51	51	51	51	0	314		
HH Of	0	32	32	32	32	32	0	160	32	34	42	42	42	42	0	234		
HH Pe	120	136	136	136	136	136	0	800	137	132	125	125	125	125	0	768		
Op	3	7	7	7	7	7	0	36	7	7	6	6	6	6	0	39		
Of	0	4	4	4	4	4	0	20	4	4	5	5	5	5	0	29		
Pe	15	17	17	17	17	17	0	100	17	16	16	16	16	16	0	96		

	Semana 03								Parcial	Semana 04								Parcial
	L 15- Ago	M 16- Ago	M 17- Ago	J 18- Ago	V 19- Ago	S 20- Ago	D 21- Ago	L 22- Ago		M 23- Ago	M 24- Ago	J 25- Ago	V 26- Ago	S 27- Ago	D 28- Ago			
HH	242	242	242	242	242	242	0	1450	242	241	204	167	52	29	0	935		
Trab	30	30	30	30	30	30	0	181	30	30	25	21	7	4	0	117		
HH Op	59	59	59	59	59	59	0	353	59	61	29	25	9	4	0	187		
HH Of	42	42	42	42	42	42	0	252	42	50	17	14	1	0	0	124		
HH Pe	141	141	141	141	141	141	0	845	141	130	158	127	42	25	0	624		
Op	7	7	7	7	7	7	0	44	7	8	4	3	1	1	0	23		
Of	5	5	5	5	5	5	0	32	5	6	2	2	0	0	0	15		
Pe	18	18	18	18	18	18	0	106	18	16	20	16	5	3	0	78		

Plan Semanal

Las ventanas de la planificación semanal muestran a detalle las actividades a realizarse semana a semana.

Tabla 10.

Plan semanal - Semana N°01

Ítem	Nombre de tarea	Metrado	Und	Rend.	Op	Of	Pe	Dur.	Trabajo	Semana 01							Metrado
										L 01- Ago	M 02- Ago	M 03- Ago	J 04- Ago	V 05- Ago	S 06- Ago	D 07- Ago	
2	Canal								4833 HH								
2.01	Movimiento de tierras								1399 HH								
02.01.01	Desbroce de terreno natural	120.58	m3	16	0	0	5	8	301 HH	16	16	16	16	16	16	96	
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	137.05	m3	17	0.2	0	5	9	335 HH	17	17	17	17	17	17	102	
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	243.58	m3	18	1	0	2	14	325 HH								
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	70.85	m3	9	0.5	0	1	8	94 HH	9	9	9	9	9	9	54	
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	171.32	m3	8	0	0	2	22	343 HH		8	8	8	8	8	40	
2.02	Obras de concreto								3411 HH								
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	461.34	m2	32	0.25	0.25	1.5	15	231 HH								
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	168.26	m3	12	1	1	10	15	1346 HH								
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1,379.31	m2	72	4	4	0	20	1226 HH		72	72	72	72	72	360	
02.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	6,333.76	kg	500	2	0	4	13	608 HH	500	500	500	500	500	500	3000	
2.03	Juntas y sellos								24 HH								
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	295.35	m	20	0.1	0	0.1	15	24 HH								

Tabla 11.

Plan semanal - Semana N°02

Ítem	Nombre de tarea	Metrado	Unidad	Rend	Op	Of	Pe	Duración	Trabajo	Semana 02							Metrado
										L 08- Ago	M 09- Ago	M 10- Ago	J 11- Ago	V 12- Ago	S 13- Ago	D 14- Ago	
2 Canal										4833 HH							
2.01 Movimiento de tierras										1399 HH							
02.01.01	Desbroce de terreno natural	120.58	m3	16	0	0	5	8	301 HH	16	8.58						24.58
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	137.05	m3	17	0.2	0	5	9	335 HH	17	17	1.05					35.05
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	243.58	m3	18	1	0	2	14	325 HH			18	18	18	18		72
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	70.85	m3	9	0.5	0	1	8	94 HH	9	7.85						16.85
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	171.32	m3	8	0	0	2	22	343 HH	8	8	8	8	8	8		48
2.02 Obras de concreto										3411 HH							
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	461.34	m2	32	0.25	0.25	1.5	15	231 HH		32	32	32	32	32		160
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	168.26	m3	12	1	1	10	15	1346 HH			12	12	12	12		48
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1,379.31	m2	72	4	4	0	20	1226 HH	72	72	72	72	72	72		432
02.02.04	Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	6,333.76	kg	500	2	0	4	13	608 HH	500	500						1000
2.03 Juntas y sellos										24 HH							
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	295.35	m	20	0.1	0	0.1	15	24 HH	20	20	20	20	20	20		120

Tabla 12.

Plan semanal - Semana N°03

Ítem	Nombre de tarea	Metrado	Und	Rend	Op	Of	Pe	Duración	Trabajo	Semana 03							Metrado
										L 15- Ago	M 16- Ago	M 17- Ago	J 18- Ago	V 19- Ago	S 20- Ago	D 21- Ago	
2 Canal										4833 HH							
2.01 Movimiento de tierras										1399 HH							
02.01.01	Desbroce de terreno natural	120.58	m3	16	0	0	5	8	301 HH								
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	137.05	m3	17	0.2	0	5	9	335 HH								
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	243.58	m3	18	1	0	2	14	325 HH	18	18	18	18	18	18	108	
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	70.85	m3	9	0.5	0	1	8	94 HH								
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	171.32	m3	8	0	0	2	22	343 HH	8	8	8	8	8	8	48	
2.02 Obras de concreto										3411 HH							
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	461.34	m2	32	0.25	0.25	1.5	15	231 HH	32	32	32	32	32	32	192	
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	168.26	m3	12	1	1	10	15	1346 HH	12	12	12	12	12	12	72	
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1,379.31	m2	72	4	4	0	20	1226 HH	72	72	72	72	72	72	432	
02.02.04	Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	6,333.76	kg	500	2	0	4	13	608 HH	250	250	250	250	250	250	1500	
2.03 Juntas y sellos										24 HH							
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	295.35	m	20	0.1	0	0.1	15	24 HH	20	20	20	20	20	20	120	

Tabla 13.

Plan semanal - Semana N°04

Ítem	Nombre de tarea	Metrado	Und	Rend	Op	Of	Pe	Duración	Trabajo	Semana 04							Metrado
										L 22- Ago	M 23- Ago	M 24- Ago	J 25- Ago	V 26- Ago	S 27- Ago	D 28- Ago	
2 Canal									4833 HH								
2.01 Movimiento de tierras									1399 HH								
02.01.01	Desbroce de terreno natural	120.58	m3	16	0	0	5	8	301 HH								
02.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	137.05	m3	17	0.2	0	5	9	335 HH								
02.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	243.58	m3	18	1	0	2	14	325 HH			18	18	18	9.58		63.58
02.01.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	70.85	m3	9	0.5	0	1	8	94 HH								
02.01.05	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	171.32	m3	8	0	0	2	22	343 HH	8	8	8	8	3.32			43.32
2.02 Obras de concreto									3411 HH								
02.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	461.34	m2	32	0.25	0.25	1.5	15	231 HH	32	32	32	13.34			109.34	
02.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	168.26	m3	12	1	1	10	15	1346 HH	12	12	12	12	0.26			48.26
02.02.03	Encofrado y desencofrado simple	1,379.31	m2	72	4	4	0	20	1226 HH	72	72	11.31				155.31	
02.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	6,333.76	kg	500	2	0	4	13	608 HH	500	333.76					833.76	
2.03 Juntas y sellos									24 HH								
02.03.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	295.35	m	20	0.1	0	0.1	15	24 HH	20	20	15.35				55.35	

Ítem	Nombre de tarea	Metrado	Und	Rend	Op	Of	Pe	Duración	Trabajo	Semana 04							Metrado
										L 22- Ago	M 23- Ago	M 24- Ago	J 25- Ago	V 26- Ago	S 27- Ago	D 28- Ago	
3	Rápida								53 HH								
3.01	Movimiento de tierras								9 HH								
03.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	1.5	m3	7	0.1	0	2	1	4 HH		1.5					1.5	
03.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	1.32	m3	18	1	0	2	1	2 HH				1.32			1.32	
03.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.15	m3	18	1	0	2	1	0 HH		0.15					0.15	
03.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1.87	m3	8	0	0	2	1	4 HH				1.87			1.87	
3.02	Obras de concreto								42 HH								
03.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	4.85	m2	120	1	1	6	1	3 HH		4.85					4.85	
03.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.97	m3	12	1	1	10	1	16 HH		1.97					1.97	
03.02.03	Encofrado y desencofrado simple	17.22	m2	18	1	1	0	1	15 HH		17.22					17.22	
03.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	89.43	kg	250	1	0	2	1	9 HH		89.43					89.43	
3.03	Juntas y sellos								2 HH								
03.03.01	Junta de water stop de 6"	6.4	m	100	1	0	1	1	1 HH								
03.03.02	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	6.4	m	150	1	0	1	1	1 HH								

Ítem	Nombre de tarea	Metrado	Und	Rend	Op	Of	Pe	Duración	Trabajo	Semana 04							Metrado
										L	M	M	J	V	S	D	
										22- Ago	23- Ago	24- Ago	25- Ago	26- Ago	27- Ago	28- Ago	
4 Tomas laterales - 04 unidades									48 HH								
4.01 Movimiento de tierras									21 HH								
04.01.01	Excavación de material suelto a mano para estructura	4	m3	7	0.1	0	2	1	10 HH		4						4
04.01.02	Relleno compactado con material a préstamo	0.57	m3	18	1	0	2	1	1 HH					0.57			0.57
04.01.03	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.85	m3	18	1	0	2	1	1 HH				0.85				0.85
04.01.04	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	5	m3	8	0	0	2	1	10 HH						5		5
4.02 Obras de concreto									27 HH								
04.02.01	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	3.4	m2	120	1	1	6	1	2 HH					3.4			3.4
04.02.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.2	m3	12	1	1	10	1	10 HH					1.2			1.2
04.02.03	Encofrado y desencofrado simple	12.34	m2	18	1	1	0	1	11 HH				12.34				12.34
04.02.04	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	47.04	kg	250	1	0	2	1	5 HH				47.04				47.04

Plan De Suministro De Recursos:

Tabla 14.

Plan de suministro de recursos para el canal.

Descripción partida/recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Fecha limite
Canal				259,407.31	
Relleno compactado con material a préstamo				27,402.19	
Afirmado	m3	608.94	45	27,402.19	
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m				7,970.63	
Afirmado	m3	177.13	45	7,970.63	
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm				8,833.64	
Hormigón	m3	113.49	30	3,404.69	
Agua	m3	11.07	6	66.43	
Cemento portland tipo ms (42.5 kg)	bol	239.9	21.19	5,083.41	
Aditivo acelerante fragua	gal	9.23	30.25	279.11	
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras				86,674.58	
Gravilla de 1/2"	m3	178.35	45	8,025.76	
Agua	m3	62.59	6	375.55	
Arena gruesa	m3	174.99	35	6,124.48	
Cemento portland tipo ms (42.5 kg)	bol	3,277.61	21.19	69,452.50	
Aditivo acelerante fragua	gal	77.4	30.25	2,341.27	
Aditivo curador de concreto	gal	16.83	21.1	355.02	
Encofrado y desencofrado simple				66,751.16	
Alambre negro recocido n°8	kg	331.03	3.39	1,122.21	
Clavos para madera c/c 3"	kg	1,296.55	4.15	5,380.69	
Madera tornillo inc. corte p/encofrado	p2	11,586.20	5.2	60,248.26	
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60				43,668.71	
Alambre negro recocido n°16	kg	886.73	3.39	3,006.00	
Acero corrugado f'y = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	13,554.24	3	40,662.71	
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano				18,106.40	
Tecnopor de 1"x4x8'	pln	620.24	9.75	6,047.29	
Imprimante para sellado	gal	21.27	138.81	2,951.82	
Rodón espuma de polyolefina 1 1/4"	m	620.24	3.05	1,891.72	
Elastomérico de poliuretano	gal	51.98	138.81	7,215.57	

Tabla 15.*Plan de suministro de recursos para la rápida.*

Descripción partida/recurso	Und	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.	Fecha Limite
Rápida				1,690.41	
Relleno compactado con material a préstamo				74.25	
Afirmado	m3	1.65	45	74.25	
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m				8.44	
Afirmado	m3	0.19	45	8.44	
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm				46.44	
Hormigón	m3	0.6	30	17.9	
Agua	m3	0.06	6	0.35	
Cemento portland tipo ms (42.5 kg)	bol	1.26	21.19	26.72	
Aditivo acelerante fragua	gal	0.05	30.25	1.47	
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras				507.41	
Gravilla de 1/2"	m3	1.04	45	46.98	
Agua	m3	0.37	6	2.2	
Arena gruesa	m3	1.02	35	35.85	
Cemento portland tipo ms (42.5 kg)	bol	19.19	21.19	406.59	
Aditivo acelerante fragua	gal	0.45	30.25	13.71	
Aditivo curador de concreto	gal	0.1	21.1	2.08	
Encofrado y desencofrado simple				416.68	
Alambre negro recocido n°8	kg	2.07	3.39	7.01	
Clavos para madera c/c 3"	kg	8.09	4.15	33.59	
Madera tornillo inc. corte p/encofrado	p2	72.32	5.2	376.08	
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60				308.29	
Alambre negro recocido n°16	kg	6.26	3.39	21.22	
Acero corrugado f'y = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	95.69	3	287.07	
Junta de water stop de 6"				132.72	
Water stop PVC de 6"	m	6.72	19.75	132.72	
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano				196.18	
Tecnopor de 1"x4x8'	pln	6.72	9.75	65.52	
Imprimante para sellado	gal	0.23	138.81	31.98	
Rodón espuma de polyolefina 1 1/4"	m	6.72	3.05	20.5	
Elastomérico de poliuretano	gal	0.56	138.81	78.18	

Tabla 16.*Plan de suministro de recursos para las tomas laterales.*

Descripción partida/recurso	Und	Cant	Precio S/.	Parcial S/.	Fecha limite
Tomas laterales - 04 unidades				22,619.52	
Relleno compactado con material a préstamo				32.06	
Afirmado	m3	0.71	45	32.06	
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m				47.81	
Afirmado	m3	1.06	45	47.81	
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm				32.55	
Hormigón	m3	0.42	30	12.55	
Agua	m3	0.04	6	0.24	
Cemento portland tipo ms (42.5 kg)	bol	0.88	21.19	18.73	
Aditivo acelerante fragua	gal	0.03	30.25	1.03	
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras				309.09	
Gravilla de 1/2"	m3	0.64	45	28.62	
Agua	m3	0.22	6	1.34	
Arena gruesa	m3	0.62	35	21.84	
Cemento portland tipo ms (42.5 kg)	bol	11.69	21.19	247.67	
Aditivo acelerante fragua	gal	0.28	30.25	8.35	
Aditivo curador de concreto	gal	0.06	21.1	1.27	
Encofrado y desencofrado simple				298.6	
Alambre negro recocido n°8	kg	1.48	3.39	5.02	
Clavos para madera c/c 3"	kg	5.8	4.15	24.07	
Madera tornillo inc. corte p/encofrado	p2	51.83	5.2	269.51	
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60				162.16	
Alambre negro recocido n°16	kg	3.29	3.39	11.16	
Acero corrugado f'y = 4200 kg/cm2 grado 60	kg	50.33	3	151	
Compuerta metálica tipo volante - i de 0.55 x 0.55 m - inc. sistema de anclaje				14,491.50	
Sum. e inst. compuerta tipo volante - i de 0.55 x 0.55 m - inc. sistema de anclaje	und	6	2,415.25	14,491.50	
Compuerta metálica tipo volante - i de 0.45 x 0.55 m - inc. sistema de anclaje				7,245.75	
Sum. e inst. compuerta tipo volante - ii de 0.45 x 0.55 m - inc. sistema de anclaje	und	3	2,415.25	7,245.75	

Plan de Gestión de Calidad:

Tabla 17.

Plan de gestión de calidad del canal.

Parámetros a controlar	Plan de Calidad canal			Plan de reacción por incumplimiento	Seguimiento al control		Seguimiento a la eficacia de la acción
	Responsable	Método de control	Frecuencia		Plan autorizado	Plan ejecutado	
Excavación de zanja	Operadores, maestro de obra y ayudantes		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Relleno y compactación de zanjas	Operadores, maestro de obra y ayudantes		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Vaciado de concreto	Operadores, maestro de obra, ayudantes e Ingeniero de producción		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Sellado de juntas	Operadores, maestro de obra, ayudantes e Ingeniero de producción		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra

Tabla 18.

Plan de calidad de la rápida.

Parámetros a controlar	Plan de calidad rápida			Plan de reacción por incumplimiento	Seguimiento al control		Seguimiento a la eficacia de la acción
	Responsable	Método de control	Frecuencia		Plan autorizado	Plan ejecutado	
Excavación de zanja	Operadores, maestro de obra y ayudantes		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Relleno y compactación de zanjas	Operadores, maestro de obra y ayudantes		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Vaciado de concreto	Operadores, maestro de obra, ayudantes e Ingeniero de producción		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Sellado de juntas	Operadores, maestro de obra, ayudantes e Ingeniero de producción		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra

Tabla 19.

Plan de gestión de calidad de la toma lateral.

Parámetros a controlar	Plan de calidad toma lateral			Plan de reacción por incumplimiento	Seguimiento al control		Seguimiento a la eficacia de la acción
	Responsable	Método de control	Frecuencia		Plan autorizado	Plan ejecutado	
Excavación de zanja	Operadores, maestro de obra y ayudantes		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Relleno y compactación de zanjas	Operadores, maestro de obra y ayudantes		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Vaciado de Concreto	Operadores, maestro de obra, ayudantes e Ingeniero de producción		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
Compuertas metálicas	Operadores, maestro de obra, ayudantes e Ingeniero de producción		Diariamente		Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra

Tabla 20.

Plan de gestión de calidad del concreto.

Plan de calidad de concreto				Seguimiento al control			
Parámetros a controlar	Responsable	Métodos de control	Frecuencia	Plan de reacción por incumplimiento	Plan autorizado	Plan ejecutado	Seguimiento a la eficacia de la acción
Consistencia del concreto	Operario Ingeniero de calidad	Se aplicará el ensayo de slump.	Diariamente	1) Se verificará el trabajo realizado en campo.	Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
		1) Se realizará en tres capas: La primera será llenada a la altura de 1/3 del cono uniformemente, luego de llenarla se apisonará con la barrila un total de 25 veces.		2) Si la información relacionada no está completa y no coincide se realizará una visita conjunta con el jefe y/o Ingeniero de producción y maestro de obra con el fin de completar la información.			
		2) Para la segunda se llenará hasta 2/3 del cono y se apisonará unas 25 veces.		3) Realizar los cambios necesarios para continuar con la labor, cumpliendo con las medidas de control definidas.			
		3) Para la tercera se llenará hasta el final y se apisonará otras 25 veces.					
		4) Luego tomamos el molde y lo levantamos verticalmente, este movimiento debe hacerse en un tiempo de 5 segundos ponemos el molde junto al concreto colocamos a varilla sobre el molde y se determinara el asentamiento esta distancia >e tomara del centro desplazado a la varilla.					

Parámetros a controlar	Plan de calidad de concreto			Seguimiento al control			
	Responsable	Métodos de control	Frecuencia	Plan de reacción por incumplimiento	Plan autorizado	Plan ejecutado	Seguimiento a la eficacia de la acción
Resistencia del concreto	Operario / Ingeniero de calidad	Se aplicará el ensayo de resistencia a la compresión 1) Se realizará la toma de testigos. 2) Se enviarán al laboratorio en cantidad suficiente para demostrar que se está alcanzando 115 % de la resistencia mínima y que no más del 10 % de todas las pruebas dan valores inferiores al 115 % de la resistencia especificada.	Diariamente	1) Se verificará el trabajo realizado en campo. 2) Si la información relacionada no está completa y no coincide se realizará una visita conjunta con el jefe y/o Ingeniero de producción y maestro de obra con el fin de completar la información. 3) Realizar los cambios necesarios para continuar con la labor, cumpliendo con las medidas de control definidas	Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra

Parámetros a controlar	Responsable	Plan de calidad de concreto		Seguimiento al control			
		Métodos de control	Frecuencia	Plan de reacción por incumplimiento	Plan autorizado	Plan ejecutado	Seguimiento a la eficacia de la acción
Curado del concreto	Maestro de obra y ayudantes	1) El concreto colocado, será mantenido constantemente húmedo, ya sea por medio de frecuentes riegos o cubriéndolo con una capa suficiente de arena húmeda u otro material (yute, plástico, curador).	Diariamente	1) Se verificará el trabajo realizado en campo.	Supervisor	Operador/ Ingeniero producción/ Residente	Supervisión / residente/ Ingeniero de producción/ maestro de obra
		2) El índice de retención de humedad (ASTM C-156) no deberá ser menor de 90.		2) Realizar los cambios necesarios para continuar con la labor, cumpliendo con las medidas de control definidas.			
		3) El curado debe ser continuado por lo menos durante 10 días en el caso de todos los concretos con excepción de concretos de fragua rápida (ASTM-C- 150 Tipo 111) para el cuál ser3 de por lo menos de 3 días.					

Análisis de tiempo de ejecución de la obra:

En la tabla siguiente se observa el tiempo de ejecución de obra planificado en el expediente técnico, así también se observa el tiempo de planificación con el sistema Last Planner System realizado en la planificación intermedia.

Tabla 21.

Comparación de tiempo entre modelos de planificación.

COMPARACIÓN DE TIEMPO Y PORCENTAJE ENTRE MODELOS DE PLANIFICACIÓN		
TIEMPO	LAST PLANNER	MODELO TRADICIONAL
DÍAS	30	45
MESES	1	1.5
PORCENTAJE	66.67%	100%

En la tabla anterior se presenta con el modelo tradicional la obra fue planificada para ejecutarse en 45 días o 1.5 meses. Aplicando Sistema Last Planner System se realizó la sectorización con el plan maestro y el plan intermedio el cual se obtuvo que la obra se ejecutara en 1.0 mes. En donde se consideró el plan intermedio para el sector 01, dado que ambos sectores son similares en sus metrados y componentes del proyecto.

Para ambos sectores tienen los mismos metrados, ambos se realizaron en el mismo tiempo de construcción, entonces la construcción de la obra se realizará en 30 días su ejecución es decir 33.33% menos que el modelo tradicional.

Análisis de económico de ejecución de la obra:

Para el análisis económico de ejecución de la obra se consideró gastos generales de la obra considerados con el modelo tradicional como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 22.*Gastos generales del expediente técnico.*

Ítem	Descripción	Und	Cant	Costo (soles)			Total
				Unitario	Incidencia	Parcial	
1	Gastos fijos generales						2,190.08 2,190.08
	Gastos de licitación (Etapa de licitación)	Gbl	1	1,000.00		1,000.00	
	Gastos legales y notariales (Etapa de licitación)	Gbl	1	1,190.08		1,190.08	
2	Gastos generales variables						57,209.45
2.1	Personal						40,399.50
	<u>Técnico</u>						28,200.00
	Ing. Residente de obra	m-h	1.5	7,000.00	1	10,500.00	
	Ing. Asistente de residente	m-h	1.5	4,000.00	1	6,000.00	
	Ing. Especialista en seguridad y salud en obra	m-h	1.5	3,500.00	1	5,250.00	
	Tec. Topógrafo	m-h	1.5	2,800.00	1	4,200.00	
	Profesional de la salud en obra	m-h	1.5	3,000.00	0.5	2,250.00	
	<u>Administrativo</u>						8,550.00
	Maestro de Obra	m-h	1.5	3,000.00	1	4,500.00	
	Secretaria	m-h	1.5	1,800.00	0.5	1,350.00	
	Almacenero	m-h	1.5	1,800.00	1	2,700.00	
	Leyes sociales Salud 9% - ONP 13 %						3,649.50
2.3	Alquiler de equipos y otros						5,025.00
	Camioneta 4x4 N°1 (Chofer y combustible)	mes	1.5	2,800.00		4,200.00	
	Servicio de Laboratorio suelo-concreto	mes	1.5	350		525	
	Computadoras	mes	1.5	200		300	

Ítem	Descripción	Und	Cant	Costo (soles)			Total
				Unitario	Incidencia	Parcial	
2.4	Gastos varios						1,845.00
	<u>Oficina</u>						
	Útiles de escritorio	mes	1.5	100		150	
	Comunicaciones	mes	1.5	80		120	
	Copias de planos y documentos.	mes	1.5	250		375	
	Útiles de oficina	mes	1.5	150		225	
	Útiles de limpieza	mes	1.5	100		150	
	Consumo de agua potable	mes	1.5	200		300	
	Consumo de energía eléctrica	mes	1.5	350		525	
2.5	Gastos financieros, fianzas, pólizas						5,939.95
	Adelanto de obra						5,939.95
2.6	Gastos de Liquidación de Obra						4,000.00
	Ingeniero Civil	m-h	1	4,000.00		4,000.00	
	Gastos Generales Fijos						2,190.08
	Gastos Generales Variables						57,209.45
	Total, gastos generales						59,399.52

Tabla 23.

Gastos generales del modelo Last Planner System.

Ítem	Descripción	Und.	Cant	Costo (soles)			Total
				Unitario	Incidencia	Parcial	
1	Gastos generales fijos						2,190.08
	Gastos de licitación (Etapa de licitación)	Gbl	1	1,000.00		1,000.00	2,190.08
	Gastos legales y notariales (Etapa de licitación)	Gbl	1	1,190.08		1,190.08	
2	Gastos generales variables						41,452.95
2.1	Personal						26,933.00
	<u>Técnico</u>						18,800.00
	Ing. Residente de obra	m-h	1	7,000.00	1	7,000.00	
	Ing. Asistente de residente	m-h	1	4,000.00	1	4,000.00	

Ítem	Descripción	Und.	Cant	Costo (soles)			
				Unitario	Incidencia	Parcial	Total
	Ing. Especialista en seguridad y salud en obra	m-h	1	3,500.00	1	3,500.00	
	Tec. Topógrafo	m-h	1	2,800.00	1	2,800.00	
	Profesional de la salud en obra	m-h	1	3,000.00	0.5	1,500.00	
	Administrativo						5,700.00
	Maestro de Obra	m-h	1	3,000.00	1	3,000.00	
	Secretaria	m-h	1	1,800.00	0.5	900	
	Almacenero	m-h	1	1,800.00	1	1,800.00	
	Leyes sociales Salud 9% - ONP 13 %						2,433.00
2.3	Alquiler de equipos y otros						3,350.00
	Camioneta 4x4 N° 1 (Chofer y combustible)	mes	1	2,800.00		2,800.00	
	Servicio de Laboratorio suelo-concreto	mes	1	350		350	
	Computadoras	mes	1	200		200	
2.4	Gastos varios						1,230.00
	Oficina						
	Útiles de escritorio	mes	1	100		100	
	Comunicaciones	mes	1	80		80	
	Copias de planos y documentos.	mes	1	250		250	
	Útiles de oficina	mes	1	150		150	
	Útiles de limpieza	mes	1	100		100	
	Consumo de agua potable	mes	1	200		200	
	Consumo de energía eléctrica	mes	1	350		350	
2.5	Gastos financieros, fianzas, pólizas Adelanto de obra						5,939.95
							5,939.95
2.6	Gastos de Liquidación de Obra						4,000.00
	Ingeniero Civil	m-h	1	4,000.00		4,000.00	
	Gastos Generales Fijos						2,190.08
	Gastos Generales Variables						41,452.95
	Total, gastos generales						43,643.02

Tabla 24.

Análisis Económico.

ANALISIS ECONOMICO		
MODELOS DE PLANIFICACIÓN	MODELO TRADICIONAL	LAST PLANNER
GASTOS GENERALES	59,399.52	43,643.02
PORCENTAJE DE G.G.	100%	73.47%

Realizando la comparación de los gastos generales con el modelo tradicional y aplicando el modelo Last Planner System se obtiene una reducción de gastos en un 26.53%, esto está relacionado con el tiempo de ejecución, donde al estar al estar planificada en menor tiempo esto genera reducir los gastos generales en la construcción del canal Sausalito.

4.2. Docimasia de hipótesis

Después de realizar el análisis se obtuvieron los resultados con la aplicación del Last Planner System en la planificación de la construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad. Con respecto a la validez de la hipótesis planteada en la investigación se responde con una relación positiva entre la aplicación del Last Planner System en la construcción del canal y la optimización del tiempo, costo y calidad del proyecto ya que el sistema Last Planner nos brinda una planificación integral de las actividades del proyecto por lo cual se demuestra que con la aplicación del Last planner System en la construcción del canal se optimiza el tiempo, costo y calidad del proyecto. Por lo tanto, la hipótesis planteada es correcta y podemos confirmar que “Con la aplicación del Last Planner System en la planificación de la construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad, optimizaremos el tiempo, costo y calidad del proyecto.”

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Aplicando la metodología Last Planner System en la gestión del tiempo en la ejecución de la obra se realizó la sectorización del proyecto en dos sectores con similares metrados y componentes del proyecto, con cuadrillas con sus rendimientos, para así implementar el plan maestro y el plan intermedio el cual tiene como resultado el tiempo de ejecución del sector 01 en 04 semanas, como los dos sectores son similares el tiempo de ejecución de todo el proyecto es de 01 mes (30 días); sin embargo aplicando el modelo tradicional la ejecución de la obra se realizara en 45 días o 1.5 mes; por lo tanto al hacer una comparación entre estas dos metodologías se observa que la productividad mejora utilizando Last Planner System en la obra porque aplicando esta metodología considerando los mismos recursos reducimos el tiempo de ejecución de la obra en un 33.33%

Aplicando la metodología Last Planner System se reduce el tiempo de ejecución de la obra, por lo tanto, al analizar los gastos generales de la obra en donde existen gastos que van relacionados al tiempo de ejecución de obra, el cual genera una disminución en los gastos generales de la obra haciendo que se reduzca en un 26.53% con relación a los gastos generales con el modelo tradicional; entonces aplicando la metodología Last Planner System tenemos mayor productividad a menor costo.

Después de haber llegado a los resultados obtenidos vimos que se obtuvo el programa maestro en base a la sectorización y se realizó el tren de actividades con el modelo Last Planner System, organizado en orden constructivo de flujo continuo. En el plan intermedio se analizó el sector uno, teniendo el mismo metrado y condiciones que los otros sectores, en este sector se establecieron las cuadrillas para cumplir las metas del proyecto.

Es preciso decir que en la aplicación del Last Planner System la comunicación es clave para el desarrollo de este proceso ya que está siendo bien empleada puede conseguir la alineación de todas las partes comprometidas en el proyecto siendo esto fundamental para lograr buenos

resultados ya que este sistema depende mucho del grado de compromiso de los involucrados, por ello es necesario lograr que la mayoría no vea y sienta el control a sus labores como algo impuesto.

Con la aplicación de Last Planner System es una herramienta para disminuir la variabilidad e incrementar la precisión en el tiempo de ejecución y rendimiento de los recursos en el proyecto, por el cual se puede lograr una mejora continua ya que al identificar las causas de no cumplimiento y solucionar las restricciones de trabajo y seguir ejecutando la obra. Así mismo podemos reprogramar y plantear un plan adecuado para disminuir o eliminar las pérdidas y mejorar la producción. Además, con la programación Last Planner System nos permite visualizar de manera detallada la gestión del tiempo, recursos y calidad de las actividades ejecutadas en el proyecto, sin embargo, en la metodología tradicional no tiene una programación de manera específica el cual no permite realizar una buena gestión en la construcción del proyecto.

En la investigación “Propuesta de plan de gestión del cronograma, recursos y calidad, con criterios del sistema último planificador del proyecto Casa Blanca, Chiclayo” de Valverde y Diaz, 2019. Realizo la gestión de recursos, cronograma y calidad con criterios del Last Planner System aplicado al proyecto Casa Blanca habilitación urbana etapa I en donde se desarrolló la planificación de los recursos para reducir los desperdicios de la obra y mejorar la forma de trabajo el cual mejora la productividad en la construcción de la habilitación urbana Casa Blanca con la aplicación de la propuesta con el criterio del sistema último planificador, de manera similar en la presente investigación se aplicó la metodología Last Planner System el cual se obtuvo una mejor productividad en la construcción del Canal Sausalito alto reduciendo el tiempo de construcción, optimizando los recursos del proyecto con buena calidad de los materiales e incrementando la utilidad para la constructora.

CONCLUSIONES

1. De la aplicación del Last Planner System en la construcción del Canal Sausalito Alto, Distrito De Chao, Virú, La Libertad se concluye que se disminuye el tiempo de ejecución, se optimiza los recursos y se mejora la calidad del proyecto generando una mayor utilidad para la empresa, por lo tanto, con la implementación de este sistema en obras lineales se mejora la productividad en el proyecto y es más rentable para las empresas.
2. Se realizó la elaboración del plan maestro considerando el tiempo de ejecución de las partidas con las cuadrillas con sus respectivos rendimientos para cada actividad y los hitos de control el cual permite dar una confiabilidad en la culminación de las partidas. Se definió el plazo de ejecución del proyecto con la aplicación Last Planner System en un mes.
3. Considerando plan intermedio nos permite ejecutar una adecuada gestión del cronograma de ejecución de las partidas y tener un mayor control de la obra, realizando la sectorización se obtuvo mayor productividad en el trabajo, con la aplicación Last Planner en la construcción del canal Sausalito reduce el tiempo de ejecución del proyecto a un mes es decir 33.33% menos que el modelo tradicional, el cual nos permite reducir los gastos generales de la empresa.
4. Con el desarrollo de planes semanales se identificaron las actividades con los recursos y mano de obra que se ejecutarán durante la semana el cual permitió medir el desempeño de las cuadrillas para poder mejorar los rendimientos de los trabajadores y así poder terminar lo planificado en la semana y evitar pérdidas por atrasos en la ejecución de las partidas y poder lograr cumplir los plazos establecidos.
5. Se desarrolló el plan de suministros el cual se detalla los plazos para la adquisición de los recursos que necesitan en la construcción con fecha límite establecida para así poder evitar pérdidas en materiales deteriorados, elevados costos de mano de obra, maquinarias y atrasos en su entrega el

cual genere paralizaciones en el flujo de trabajo y ampliaciones de plazo en el cronograma, aplicando Last Planner System en la construcción del canal Sausalito se obtiene una reducción de gastos en un 26.53% que el método tradicional.

6. Con la gestión del plan de calidad en la construcción del canal Sausalito nos permite cumplir con las especificaciones técnicas de calidad descritas en el expediente técnico, el cual se va controlando con los ensayos de calidad de los materiales de obra además se tiene un responsable de verificar que cumpla los estándares de calidad. Así también se puede identificar de manera anticipada la elaboración de materiales de mala calidad reduciendo las pérdidas económicas en el proyecto.

RECOMENDACIONES

La implementación del sistema L.P.S. requiere de significativos recursos y tiempo por parte de quienes están involucrados. Para focalizar los esfuerzos en el cumplimiento de compromisos y liberación de restricciones es posible plantear que la tarea de reporte y generación de indicadores sea asistida por un gestor. Es recomendable que la persona que este cargo tenga conocimiento del sistema y empatía con la organización dado el permanente rol de capacitación y promoción que cumple en la implementación en la empresa.

El éxito del sistema depende de la confiabilidad de los compromisos que asumen cada trabajador del proyecto. Por lo tanto, se recomienda de manera significativa la capacitación permanente para todos los miembros de la empresa. No es suficiente con una inducción inicial que se exponga las bondades del sistema, la capacitación debe ser permanente. Así también se debe realizar reuniones grupales de trabajo para comentar y desarrollar las causas de incumplimiento del sistema con una buena comunicación efectiva. Los especialistas de cada actividad deben comprometerse con el desarrollo de las actividades planteadas así conseguiremos un flujo estable evitando pérdidas económicas para la empresa.

Se debe realizar la entrega de la planificación de las actividades con el debido tiempo a los responsables de los diferentes sectores estos se programarán de una forma más adecuada con sus diferentes cuadrillas y los procesos se desarrollarán con mayor estrategia y eficiencia en las obras. así mismo llevar un adecuado control de las actividades realizadas para posteriormente hacer unas evaluaciones y así poder tomar decisiones a tiempo para mejorar nuestra producción de manera progresiva.

Para finalizar es importante ser conscientes de que este sistema conlleva mucha comunicación y trabajo en equipo además de muchas ganas de seguir mejorando día a día. Esta herramienta siendo bien utilizada puede llegar a ser muy útil ya que además de mejorar nuestras ganancias económicas se puede llevar a otro nivel y lograr un cambio de mentalidad en todo nuestro equipo de trabajo y el capital humano comprometido y con ganas de seguir mejorando el verdadero valor agregado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Luna Meza, A., & Sánchez Plasencia, L. (2019). *Propuesta De Plan De Gestión De Costo, Cronograma, Calidad Y Riesgo En Los Proyectos De Fondo Mi vivienda Modalidad Construcción En Sitio Propio En La Ciudad De Chiclayo*. Trujillo: Tesis Universidad Privada Antenor Orrego.
- Mondragón Flores, G. (2016). *Plan De Gestión De Alcance, Tiempo, Costos Y Adquisiciones De La Habilitación Urbana El Gran Sol En La Provincia De Trujillo*. Trujillo: Tesis Universidad Privada Antenor Orrego.
- O Lucho Ruiz, E., & Rodríguez Vera, E. (2015). *Aplicación de la guía PMBOK al proyecto Centro Comercial en Chugay en la gestión del tiempo, gestión del costo y gestión de la calidad*. Trujillo: Tesis Universidad Privada Antenor Orrego.
- Valverde Rebaza, L., & Diaz Vásquez, C. (2019). *Propuesta de plan de gestión del cronograma, recursos y calidad, con criterios del Sistema Ultimo Planificador del proyecto Casa Blanca, Chiclayo*. Trujillo: Tesis Universidad Privada Antenor Orrego.
- Aguirre, C. (2013). *Implementación del Sistema del Último Planificador para la Optimización de la Programación en la Construcción de Viviendas Masivas en el Proyecto Nueva Fuerabambas – Apurímac*. Tesis de Licenciatura. Universidad San Martín de Porras. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima. Perú.
- Al-Aomar, R. (2012). *Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry*, Lean Construction Journal, página 105-121.
- Cárdenas, V. (2013). *Planeamiento integral de la construcción de 142 viviendas unifamiliares en la Ciudad de Puno aplicando lineamientos de la Guía del PMBOK*. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima. Perú.

- Castillo, V. G. (2001). *Productividad en las obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta*. Lima: Fondo Editorial.
- Fayek, R., Hafez, S. (2013). *Applying lean thinking in construction and performance improvement*, Alexandria Engineering Journal.
- García-Velarde, P. y Morales, S. (2017). *Propuesta de implementación de la gestión de la planificación para proyectos en base a los lineamientos del PMBOK del PMI, para la reducción de costos de una empresa de proyectos industriales y mineros. Caso: proyecto obras eléctricas e instrumentación - reubicación de ciclones etapa II*. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica San Pablo. Facultad de Ingeniería y Computación. Arequipa. Perú.
- González, V.; Alarcón, L.F.; Mundaca, F. (2008). *Investigating the relationship between planning reliability and project performance*. Production Planning and Control, 461-474.
- Gordillo, V. (2014). *Evaluación de la gestión de proyectos en el sector construcción del Perú. Tesis de Maestría. Escuela d Posgrado*. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
- Guzmán, M. y Gutiérrez, L. (2015). *Estudio de la Variabilidad o Riesgos en los Proyectos de Construcción*. Revista Constructivo, pag.160-162.
- Hinostroza, A. A. (2010). *Evaluación de las Fases de Éxito en el Proyecto "Construcción del Almacén de Productos Terminados I Etapa – Kimberly Clark – Perú*. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

ANEXOS

Anexo 1

Instrumentos de recolección de datos

Partidas	Metrado de sectores					
	Total		Sector 1		Sector 2	
	Metrado	Unidad	Metrado	Unidad	Metrado	Unidad
Canal						
Movimiento de tierras						
Desbroce de terreno natural	241.15	m3	120.58	m3	120.58	m3
Excavación de material suelto a mano para estructura	274.10	m3	137.05	m3	137.05	m3
Relleno compactado con material a préstamo	487.15	m3	243.58	m3	243.58	m3
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	141.70	m3	70.85	m3	70.85	m3
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	342.63	m3	171.32	m3	171.32	m3
Obras de concreto						
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	922.68	m2	461.34	m2	461.34	m2
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	336.51	m3	168.26	m3	168.26	m3
Encofrado y desencofrado simple	2758.62	m2	1379.31	m2	1379.31	m2
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	12667.51	kg	6333.76	kg	6333.76	kg
Juntas y sellos						
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	590.70	m	295.35	m	295.35	m
Rápida						
Movimiento de tierras						
Excavación de material suelto a mano para estructura	1.50	m3	1.50	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material a préstamo	1.32	m3	1.32	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.15	m3	0.15	m3	0.00	m3
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1.87	m3	1.87	m3	0.00	m3
Obras de concreto						
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	4.85	m2	4.85	m2	0.00	m2
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.97	m3	1.97	m3	0.00	m3
Encofrado y desencofrado simple	17.22	m2	17.22	m2	0.00	m2
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	89.43	kg	89.43	kg	0.00	kg
Juntas y sellos						
Junta de water stop de 6"	6.40	m	6.40	m	0.00	m
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	6.40	m	6.40	m	0.00	m
Tomas laterales - 04 unidades						
Movimiento de tierras						
Excavación de material suelto a mano para estructura	4.00	m3	4.00	m3	0.00	m3

Relleno compactado con material a préstamo	0.57	m3	0.57	m3	0.00	m3
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.85	m3	0.85	m3	0.00	m3
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	5.00	m3	5.00	m3	0.00	m3
Obras de concreto						
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	3.40	m2	3.40	m2	0.00	m2
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.20	m3	1.20	m3	0.00	m3
Encofrado y desencofrado simple	12.34	m2	12.34	m2	0.00	m2
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	47.04	kg	47.04	kg	0.00	kg

Anexo 2

Rendimientos y cuadrillas

PARTIDAS	Metrado	Rend.	Unidades	Duración días	Cuadrilla			
					Op	Of	Pe	
02.01.00	Canal							
02.01.02	Movimiento de tierras							
02.01.02.01	Desbroce de terreno natural	120.58	16.00	m3/día	8.00	0.00	0.00	5.00
02.01.02.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	137.05	17.00	m3/día	9.00	0.20	0.00	5.00
02.01.02.03	Relleno compactado con material a préstamo	243.58	18.00	m3/día	14.00	1.00	0.00	2.00
02.01.02.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	70.85	9.00	m3/día	8.00	0.50	0.00	1.00
02.01.03	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	171.32	8.00	m3/día	22.00	0.00	0.00	2.00
02.01.03.01	Obras de concreto							
02.01.03.02	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	461.34	32.00	m2/día	15.00	0.25	0.25	1.50
02.01.03.03	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	168.26	12.00	m3/día	15.00	1.00	1.00	10.00
02.01.03.04	Encofrado y desencofrado simple	1379.31	72.00	m2/día	20.00	4.00	4.00	0.00
02.01.03.05	Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	6333.76	500.00	kg/día	13.00	2.00	0.00	4.00
02.01.03.06	Juntas y sellos							
02.01.04	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	295.35	20.00	m/día	15.00	0.10	0.00	0.10
02.01.04.01	Rápida							
02.01.04.01.01	Movimiento de tierras							
02.01.04.01.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	1.50	7.00	m3/día	1.00	0.10	0.00	2.00
02.01.04.01.03	Relleno compactado con material a préstamo	1.32	18.00	m3/día	1.00	1.00	0.00	2.00

02.01.04.02	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.15	18.00	m3/día	1.00	1.00	0.00	2.00
02.01.04.02.01	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	1.87	8.00	m3/día	1.00	0.00	0.00	2.00
02.01.04.02.02	Obras de concreto							
02.01.04.02.03	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	4.85	120.00	m2/día	1.00	1.00	1.00	6.00
02.01.05	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.97	12.00	m3/día	1.00	1.00	1.00	10.00
02.01.05.01	Encofrado y desencofrado simple	17.22	18.00	m2/día	1.00	1.00	1.00	0.00
02.01.05.02	Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	89.43	250.00	kg/día	1.00	1.00	0.00	2.00
02.01.05.03	Juntas y sellos							
02.01.06	Junta de water stops de 6"	6.40	100.00	m/día	1.00	1.00	0.00	1.00
02.01.06.01	Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	6.40	150.00	m/día	1.00	1.00	0.00	1.00
02.01.07	Tomas laterales - 04 unidades							
02.01.07.01	Movimiento de tierras							
02.01.07.02	Excavación de material suelto a mano para estructura	4.00	7.00	m3/día	1.00	0.10	0.00	2.00
02.01.07.03	Relleno compactado con material a préstamo	0.57	18.00	m3/día	1.00	1.00	0.00	2.00
02.01.07.04	Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	0.85	18.00	m3/día	1.00	1.00	0.00	2.00
02.01.08	Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	5.00	8.00	m3/día	1.00	0.00	0.00	2.00
02.01.08.01	Obras de concreto							
02.01.11	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	3.40	120.00	m2/día	1.00	1.00	1.00	6.00
02.01.11.01	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1.20	12.00	m3/día	1.00	1.00	1.00	10.00
02.01.11.02	Encofrado y desencofrado simple	12.34	18.00	m2/día	1.00	1.00	1.00	0.00
02.01.11.03	Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	47.04	250.00	kg/día	1.00	1.00	0.00	2.00

Anexo 3

Personas por actividad.

ACTIVIDADES	Sector 1		
	op	of	pe
Canal			
Movimiento de tierras			
Desbroce de terreno natural	0	0	5
Excavación de material suelto a mano para estructura	0	0	4
Relleno compactado con material a préstamo	1	0	2
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0	2
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	0	0	2
Obras de concreto			
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	1	6
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1	10
Encofrado y desencofrado simple	5	5	0
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	2	0	4
Juntas y sellos			
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	1	0	1
Rápida			
Movimiento de tierras			
Excavación de material suelto a mano para estructura	0	0	2
Relleno compactado con material a préstamo	1	0	2
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0	2
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	0	0	2
Obras de concreto			
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	1	6
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1	10
Encofrado y desencofrado simple	1	1	0
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	0	2
Juntas y sellos			
Junta de water stop de 6"	1	0	1
Sellado de juntas con material elastomérico de poliuretano	1	0	1
Tomas laterales - 04 unidades			
Movimiento de tierras			
Excavación de material suelto a mano para estructura	0	0	2
Relleno compactado con material a préstamo	1	0	2
Relleno compactado con material afirmado e=0.15 m	1	0	2
Eliminación de material excedente proveniente de excavación a mano (a mano c/carretilla)	0	0	2
Obras de concreto			
Concreto simple f'c = 100 kg/cm2 para solados e=10cm	1	1	6
Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	1	1	10
Encofrado y desencofrado simple	1	1	0
Acero corrugado f'y= 4200 kg/cm2 grado 60	1	0	2
Total	26	13	90

Anexo 4

Personal por semana

Personal	Semana 1							Semana 2						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Operario	0	7	7	9	9	9		20	20	20	20	10	10	
Oficial	0	7	11	1	1	0		0	0	0	6	12	10	
Peón	30	30	32	30	30	30		30	30	30	24	30	30	
TOTAL	30	44	50	40	40	39	0	50	50	50	50	52	50	0

Personal	Semana 3							Semana 4						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Operario	20	20	20	20	21	22		23	23	23	23	23	23	
Oficial	11	5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Peón	30	30	30	30	30	33		32	25	25	30	30	30	
TOTAL	61	55	50	50	51	55	0	55	48	48	53	53	53	0

Personal	Semana 5							Semana 6						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Operario	23	23	16	19	19	21		22	22	21	21	21	19	
Oficial	0	1	1	4	3	1		0	0	0	0	0	0	
Peón	32	32	32	32	32	36		32	32	32	32	32	20	
TOTAL	55	56	49	55	54	58	0	54	54	53	53	53	39	0

Anexo 5: Registro Fotográfico.

Fotografía 1 y 2: Control en excavaciones en canal.



Fotografía 3, 4, 5 y 6: Control en el proceso constructivo, armadura de acero en canal.





Fotografía 5



Fotografía 6

Fotografía 7: Finalización de los trabajos en canal.



Fotografía 7