

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“LEAN CONSTRUCTION EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA:
MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
SANEAMIENTO BÁSICO INTEGRAL DE LA COMUNIDAD
CAMPESINA CCONCHACALLA, REGIÓN CUSCO - 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Lito Rener Espinoza Cotrina

Asesor:

Dr. Ing. Omar Demetrio Tello Malpartida

<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

Lima - Perú

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud, a mi padre Silvestre Espinoza Sánchez, en el cielo, que desde lo más alto me guio e ilumino para seguir firme en mi objetivo, a mi madre Reyna Margarita Cotrina Vásquez, quien fue el pilar fundamental para ver realizado el presente logro y a mis hermanos Miler y Junior, quienes me ayudaron a permanecer en la carrera hasta llegar a este importante paso, brindándome el apoyo necesario durante mi etapa Universitaria.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos, que día tras día estuvieron conmigo dándome el soporte necesario para lograr este objetivo.

Al Dr. Ing. Omar Demetrio Tello Malpartida, por sus asesorías constantes en cada etapa del presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

Al gerente general de Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L., por permitirme ser parte de su equipo de profesionales y brindarme las facilidades para la elaboración del presente Trabajo de Suficiencia Profesional

Ala Universidad Privada del Norte, por ser parte de uno de los capítulos más importantes de mi vida profesional ya que conjuntamente con sus grandes docentes de las diferentes áreas enriquecieron mi conocimiento en esta bella carrera de la Ingeniería Civil

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	14
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Desarrollo de proyectos durante el segundo semestre del año 2022	11
Tabla 2 Resumen de población futura	30
Tabla 3 Plazos de ejecución sin LC.....	36
Tabla 4 Comparación de costos de ejecución sin LC.....	38
Tabla 5 Equipo responsable de la mejora.....	42
Tabla 6 Temas de capacitaciones Lean Construction.....	42
Tabla 7 Plan de capacitación LC	43
Tabla 8 Dimensionamiento de las cuadrillas.....	47
Tabla 9 Plazos de ejecución con LC.....	55
Tabla 10 Costos con Lean Construction.....	58
Tabla 11 Comparación de plazos de ejecución de la partida sistema de conducción	62
Tabla 12 Mejora de los costos de ejecución con LC	64
Tabla 13 Comparación de los costos de ejecución de la partida sistema de conducción ...	65
Tabla 14 Medición de la calidad con LC.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama general de la empresa.....	10
Figura 2 Organigrama Jefatura de Obra	10
Figura 3 Desarrollo de proyectos durante el segundo semestre del año 2022.....	11
Figura 4 Aplicación de Lean en las etapas de un proyecto	16
Figura 5 Esquema del procedimiento LSP	20
Figura 6 Esquemización de una planificación maestra.....	21
Figura 7 Programación Lookahead.....	23
Figura 8 Programación semanal y análisis de las restricciones.....	23
Figura 9 Porcentaje de planificación cumplida y Razones de No cumplimiento.....	24
Figura 10 Actores que participan en el sistema de compras públicas del Perú	28
Figura 11 Ubicación de la obra.....	29
Figura 12 Descripción general de la obra	31
Figura 13 Foto CAD sistema de agua potable proyectado	32
Figura 14 Foto CAD sistema de alcantarillado proyectado.....	34
Figura 15 Medición del cumplimiento de la planificación semana 3.....	36
Figura 16 Medición del cumplimiento de la planificación semana 4.....	37
Figura 17 Evaluación de la calidad sin LC.....	40
Figura 18 Cronograma de implementación de mejora	41
Figura 19 Plan maestro de la partida sistema de conducción	44
Figura 20 Plan maestro - desglose de la partida sistema de conducción.....	45
Figura 21 Programación general de la partida sistema de conducción.....	46
Figura 22 Tren de actividades de la partida sistemas de conducción (semana 07 a semana 10).....	48
Figura 23 Look Ahead (Semana 07 a semana 10).....	49

Figura 24 Programación semanal (semana 07 a semana 10).....	50
Figura 25 Parte diario de sistemas de conducción (1/4).....	51
Figura 26 Parte diario de sistemas de conducción (2/4).....	52
Figura 27 Parte diario de sistemas de conducción (3/4).....	53
Figura 28 Parte diario de sistemas de conducción (4/4).....	54
Figura 29 Cumplimiento de la planificación del sistema de conducción semana 08-02 (con implementación LC).....	56
Figura 30 Cumplimiento de la planificación del sistema de conducción semana 09-02 (con implementación LC).....	56
Figura 31 Cumplimiento de la planificación del sistema de conducción semana 10-02 (con implementación LC).....	57
Figura 32 Calidad del Sistema de Conducción semana 08-02 (con implementación LC)..	59
Figura 33 Calidad del Sistema de Conducción semana 09-02 (con implementación LC)..	59
Figura 34 Calidad del Sistema de Conducción semana 10-02 (con implementación LC)..	60
Figura 35 Mejora de los plazos de entrega con LC	61
Figura 36 Comparación de plazos de ejecución de la partida sistema de conducción	63
Figura 37 Mejora de los costos de ejecución con LC.....	64
Figura 38 Comparación de la medición de la calidad	66

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo desarrollado partió del propósito de determinar de qué manera el Lean Construction influye en la gestión de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Región Cusco – 2022, obteniéndose los siguientes resultados: en cuanto a los plazos de entrega se alcanzó una reducción del 9% para las actividades de movimientos de tierra y 13% en las actividades de instalación de tubería, en referencia a los costos de ejecución se alcanzaron ahorros de 9% y % 1 para las actividades de movimientos de tierra y 2% en las actividades de instalación de tuberías y en lo que se refiere a la calidad de ejecución de la obra se obtuvieron mejoras al pasar una alta ocurrencia en los rangos Muy poco y Poco antes de implementar Lean Construction a una mayor concurrencia para los rangos Poco y No mucho después de la implementación de Lean Construction. Se concluye que al implementarse la metodología Lean Construction esta influye de manera positiva en la gestión del desarrollo de la obra en estudio. Pues permitió lograr mejoras en los plazos de entrega, costos de ejecución y calidad de ejecución de la obra, cumpliéndose lo especificado por los teóricos que señalan que este tipo de implementación permite la optimización de los procesos constructivos partiendo de la creación de buenos sistemas de producción basados en la reducción de desperdicios

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Información de la empresa

1.1.1. Reseña de la empresa

Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L. es una empresa que se constituyó el 20 de julio del año 2013, siendo su objeto la elaboración y ejecución de proyectos constructivos de relevancia . El inicio de sus actividades consistió en la realización de edificaciones propias, sin embargo, con el transcurrir del tiempo se ha fortalecido la empresa lo que le ha permitido participar en la adjudicación de distintas obras en diferentes sectores, lo que se ha convertido en una de las principales líneas de trabajo así como lo es el desarrollo de proyectos de cambio de imagen y remodelaciones de edificaciones y obras de ingeniería civil existentes. La empresa se encuentra registrada en la SUNAT desde el año 2013 con el RUC 20533651918, con dirección fiscal Otr. Edf el Jacaranda Nro. 36- Dpto. 1101 Res. el Jacaranda, Jesús María, Lima.

1.1.2. Organigrama

La empresa se encuentra encabezada por el Gerente General, al que le reportan el Contador, el Asesor Legal, el Jefe de Estudios y Proyectos y el Jefe de Obra, siendo este último el que posee un mayor tramo de control dada la importancia y responsabilidad de su gestión para dar cumplimiento con la misión y objeto de la empresa.

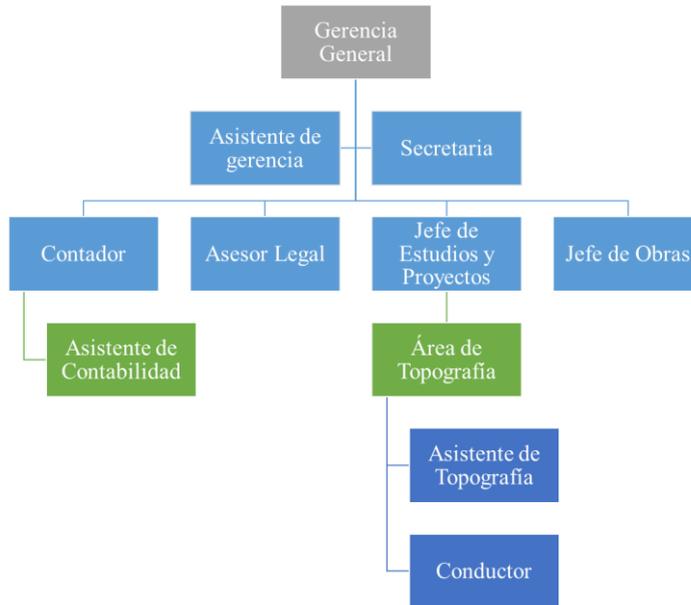


Figura 1 Organigrama general de la empresa

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

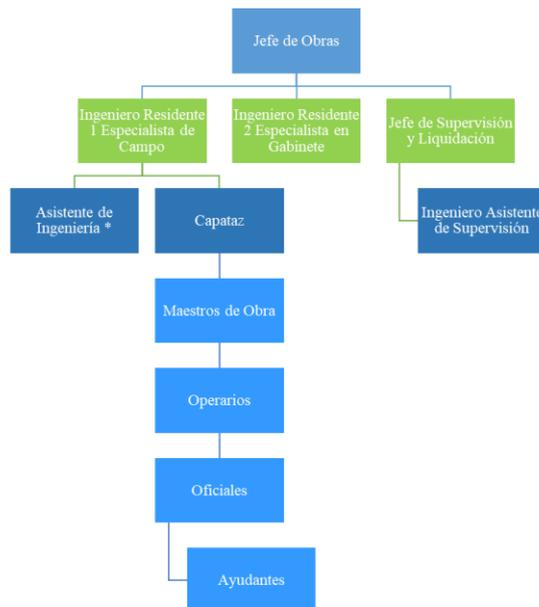


Figura 2 Organigrama Jefatura de Obra

Nota: * Cargo ocupado por el Br. Espinoza Lito

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

1.1.3. Desarrollo de proyectos

Para el año 2022, durante el segundo semestre la empresa llevó a cabo distintos proyectos asociados a su objeto comercial contabilizándose 10 en total, los cuales se

distribuyeron de la siguiente manera: Proyectos de mantenimiento y conservación vial 50%, Construcción de obras civiles 30% y Proyectos de infraestructura sanitaria y urbana 20%, tal y como se aprecia en la figura 2 y tabla 1.

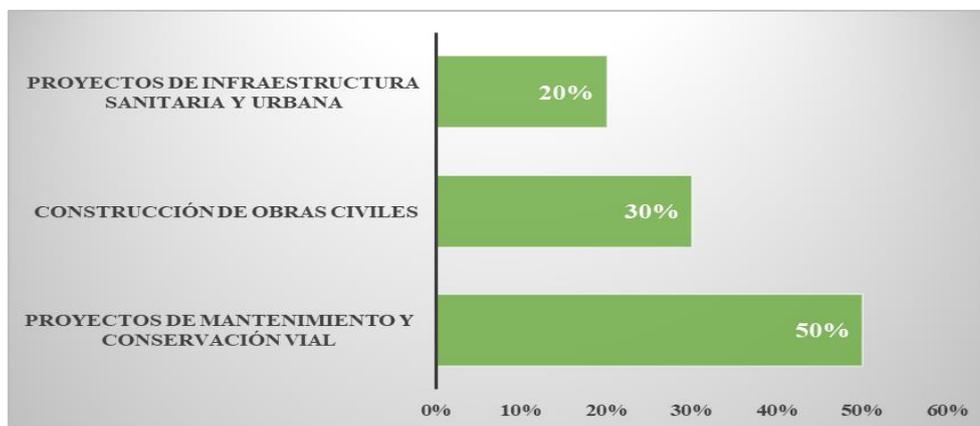


Figura 3 Desarrollo de proyectos durante el segundo semestre del año 2022

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

Tabla 1

Desarrollo de proyectos durante el segundo semestre del año 2022

PROYECTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL	
Empresa Contratante	Nombre Del Proyecto
Municipalidad Distrital de Pillpinto	Rehabilitación del camino vecinal Pillpinto - Taucabamba, ramal Ccahuatura
Gobierno Regional de Loreto Sede Central	Mejoramiento de la vía de acceso (calle Ayacucho) sobre la quebrada Zaragoza por la interconexión de la junta vecinal Nuevo Paraiso con la ciudad de Nauta, centro poblado de Nauta
Gobierno Regional de Ancash - Sede Central	Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la av. Buenos aires, Jr. Progreso y Jr. Confraternidad del distrito de Aija
Municipalidad Distrital de San Pedro de Chana	Mejoramiento de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal de Jr. Jorge Chávez de la localidad de chana, distrito de san pedro de chana
Municipalidad Distrital de Capacmarca	Mejoramiento del camino vecinal Emp. Cu - 119 (Inka Concorina): Emp. Cu – 138 (Capacmarca) del distrito de Capacmarca
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES	
Empresa Contratante	Nombre Del Proyecto
Municipalidad Distrital de Chavin de Huantar	Rehabilitación de los servicios educativos de la Institución Educativa N°8646 del centro poblado de Nuevo Progreso del distrito de Chavin de huantar
Municipalidad Distrital de Masin	Mejoramiento y ampliación del servicio de limpieza pública en la localidad de Masin, distrito de Masin
Municipalidad Distrital de Colquemarca	Creación de espacios deportivos, recreativos y sociales en las comunidades del distrito de Colquemarca Chumbivilcas
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y URBANA	
Empresa Contratante	Nombre Del Proyecto
Municipalidad Distrital de Checca	Ampliación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico integral en las comunidades de Sausaya y Tacomayo del distrito de Checca
Municipalidad Distrital de Uco	Creación de la represa de agua para riego del sector Pumagan del distrito de Uco

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta general

¿De qué manera la implementación de Lean Construction influye la gestión de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Región Cusco-2022?

1.2.2. Pregunta específica

- ¿De qué manera la implementación de Lean Construction influye en los plazos de ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Región Cusco-2022?
- ¿De qué manera la implementación de Lean Construction influye en los costos de ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Región Cusco-2022?
- ¿De qué manera la implementación de Lean Construction influye en la calidad de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Región Cusco-2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar de qué manera el Lean Construction influye en la gestión de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Region Cusco – 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar en qué medida el Lean Construction influye en los plazos de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Region Cusco – 2022.
- Determinar como el Lean Construction influye los costos de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Region Cusco – 2022.
- Determinar de qué manera el Lean Construction influye en la calidad de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Region Cusco – 2022.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamento teórico

2.1.1. Lean Construction

El Lean Construction es una forma moderna de gestionar los proyectos de construcción que se dio a conocer en los años 90 por parte de Lauri Kosela, quien se basó en el sistema de producción Lean aplicado en la industria automotriz Toyota en 1990 (Alarcon et al., 2017). De acuerdo con Kosela, a diferencia del sistema tradicional que concibe la construcción como un modelo de transformación con incertidumbre y un concepto errado sobre la producción; el LC percibe la producción en la construcción como un proceso de transformación de flujo y generador de valor, cuyo propósito es alcanzar la optimización a partir de la creación de buenos sistemas de producción basados en la reducción de desperdicios (Alarcon et al., 2017).

Rojas et al (2017), plantea que, LC ha sido diseñado para incrementar la productividad y prevenir los accidentes laborales en las obras, por lo que se enfoca en una nueva manera de construir obras civiles para realizar entregas de proyectos que cumplen con los requisitos de usuarios de la industria de la construcción. Es así como este autor considera que, el proceso de gestión productiva Lean ha propiciado un cambio radical en la manera de diseñar, suministrar y ejecutar los montajes en el sector industrial. En este sentido, este tipo de gestión, como en cualquier sistema productivo, basa su flujo de trabajo en el factor tiempo como indicador de control, partiendo de la premisa que en todas las actividades se invierte costo y tiempo, pero solamente las actividades convertidas, son generadoras de valor al insumo, los materiales o el proceso, transformándolo en producto o servicio de calidad.

De acuerdo con Chiarini (2014), LC es una herramienta de gran utilidad en la industria de la construcción para eliminar o minimizar los siete tipos de errores más comunes en este tipo de procesos:

- Retrabajos, los cuales consisten en la repetición de errores con alta frecuencia de ocurrencia.
- Sobreproducción, que consiste en hacer más de lo necesario en un momento determinado, básicamente consiste en realizar actividades anticipadamente teniendo que volver a realizarse debido a que debe esperarse por la ocurrencia de la actividad sucesora.
- Inventarios; los cuales se representan mediante el dinero detenido en la obra y se traducen en desperdicios.
- Movimiento excesivo; el cual consiste en movimiento constante de elementos que no requieren ser movilizados en el momento.
- Procesamiento; el cual se refiere a la realización de actividades que no son necesarias o requeridas por el usuario final.
- Transporte; comprende las tareas y actividades que implican un proceso la logístico incorrecta de materiales que se requieren en el sitio de la obra, convirtiéndose en costos de transporte innecesarios para que puedan llegar de manera oportuna.
- Espera; la cual implica esperas de información, planos, material, requerimientos de seguridad. Representan desperdicios de tiempo y dinero.

Rojas et al (2017), plantea que, LC se aplica en todas las etapas de un proyecto para de esta manera optimizar todos y cada uno de los procesos involucrados en la culminación de la obra y entrega del producto. Así, LC es aplicada en diseño, compras,

planeación, logística, inventarios y construcción; teniendo como objetivo dentro de la ejecución de las actividades de construcción, el aseguramiento de la comunicación de los planes del proyecto manera clara y visual, a fin de que cada colaborador conozca su momento de intervención, la formación y el fortalecimiento del trabajo en equipo; e informar en reuniones de mejora continua los avances del día a día y de cada semana de la obra.



Figura 4 Aplicación de Lean en las etapas de un proyecto

Fuente: Rojas et al (2017)

Para autores como Porras et al (2014), la implementación de LC en la industria inmobiliaria implica un profundo cambio en la forma tradicional en el método de trabajo del sector, especialmente en la forma de relacionarse los factores que integran el proceso y la participación oportuna de todas las partes, requiriendo una mejor gestión del riesgo. En tanto, el mencionado autor sostiene que, este cambio redunda en una amplia diferencia entre la gestión de proyectos de industria de construcción bajo el enfoque tradicional y la gestión Lean; obteniéndose bajo el enfoque Lean los siguientes beneficios:

- Permite un mayor control de restricciones
- Mejora el desempeño del proceso

- Etapas del proyecto que están enfocadas para satisfacer a los clientes.
- Procesos estructurados para maximizar valor y disminuir pérdidas en las distintas actividades de la ejecución de la construcción.
- Desempeño en la planeación y los actos de control que se han medido y que se han mejorado.
- Mayor ahorro económico, puesto que se reducen los tiempos.
- Producción ajustada

Mientras que la gestión tradicional se basada en una cómoda confianza, lo cual genera planes con los siguientes problemas:

- No se involucra al ejecutor
- Se asume la continuidad de las tareas si conocer el orden las mismas
- Se asume la disponibilidad oportuna de los recursos
- Se asume que los colaboradores saben lo que les corresponde hacer
- Problemas de comunicación debido a la informalidad de la misma
- No reconoce ni ataca la
- No considera la eficacia como un todo, sino en las partes involucradas.

De acuerdo con Alarcon et al (2017), la implementación de LC, necesariamente requiere de la consideración de dos criterios fundamentales:

1. Selección de la partida crítica: antes de iniciar la implementación Lean es necesario elegir la partida crítica del proyecto, ya que el impacto que genere que se reduzcan los desperdicios dependerá de cuan relevante es dicha partida seleccionada. La partida crítica, deberá cumplir por lo menos con alguna de las condiciones que se presentan a continuación:

- Tener un avance de al menos 25%, dado que las partidas tienen poco rendimiento en su fase inicial y las primeras mediciones no tienen la representatividad necesaria para ser analizada.
- Tener carácter repetitivo, para que pueda ser medible de manera sucesiva y se corrobore cuan efectivas son las acciones que se implementen.
- Se deberá evitar tareas contributivas y de soporte en la partida, por lo que debe ser relevante para la obra.
- El lapso de realización de la partida debe permitir que se lleve a cabo un ciclo de mejora continua, cuidando que no sean muy largas las tareas porque dificulta la mejora iterativa; y muy cortas, pueden no permitir realizarse antes de concluir el proceso estandarizado de las mejoras.
- Se debe contar con una fecha de conclusión mayor a dos meses partiendo del inicio de la implementación, a fin de poder llevar a cabo tan siquiera un ciclo de mejora, donde se incluya las mediciones asociadas a la mejora y posteriores acciones correctivas.

2. Definición de los participantes y sus roles: el éxito del sustento de las acciones para la mejora implica la participación de los cuadros de mando medios y altos de la organización, ya que son ellos los responsablemente interesados en los resultados; así mismo, es necesaria la participación de un responsable interno de la misma para las actividades de capacitación y facilitación el cual deberá conocer la filosofía Lean, para dirigir las actividades necesarias y mantener el contacto con los colaboradores. Además, es de suma importancia que en las capacitaciones esté un número importante de trabajadores que realicen las actividades de la partida seleccionada, en especial los de:

- Últimos planificadores directos: estos son los responsables de llevar a cabo la partida (jefes de cuadrillas y capataces).
- Últimos planificadores indirectos: involucra a los responsables de la liberación de las diferentes restricciones y de que se facilite el desarrollo de la partida (Encargados de calidad, prevención y almacén).
- Cuadros de mando medios y altos: que involucra a los responsables de ejecutar, planificar y coordinar (Jefes y Administradores de obra).
- Finalmente, se recomienda que participe la mejora esté conformada por al menos seis participantes, pues de esta forma se tendrá una visión bastante amplia de la situación en estudio; dichos participantes deben ser los que formen parte activa de la mejora para un adecuado levantamiento de la información e interpretación de la misma.

2.1.2. Herramientas Construction

La gestión de obras civiles contiene una variedad de herramientas que bajo en enfoque de construcción sin desperdicios o LC; sin embargo, para efectos del presente trabajo, las utilizadas son:

2.1.2.1. Last Planner System (LSP) o sistema del último planificador

Es un sistema de planeación que mejora continuamente la ejecución de los proyectos, creada por Greg Howell y Glenn Ballard a finales de los años 90, en el que se integran los resultados de la producción con los objetivos planteados inicialmente (Lean Construction Institute, 2021) . Se trata de un sistema que puede reducir favorablemente la brecha entre lo planeado inicialmente y los resultados obtenidos, a partir de la recopilación información confiable de mano de obra aportada por los responsables de su ejecución (jefes de cuadrilla, subcontratistas, maestros de obra), para de esta manera

poder tener una visión clara de lo que puede hacerse a mediano plazo y de lo que se hará a corto plazo (Lean Construction Institute, 2021).

Orihuela y Ulloa (2011), recomiendan medir la efectividad de la planificación luego de culminadas las actividades, empleando indicadores como porcentajes de plan cumplido o porcentajes de causas de No cumplimiento, y esquematizan el procedimiento del LSP (ver figura 5).

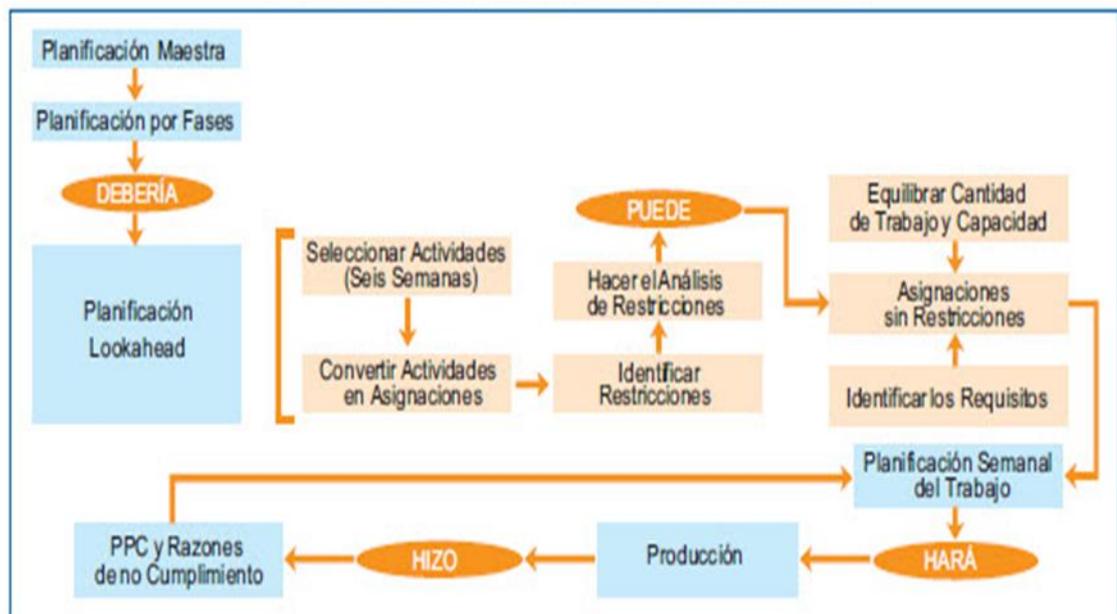


Figura 5 Esquema del procedimiento LSP

Fuente: Orihuela y Ulloa (2011)

1. Planificación maestra: Busca planificar aquellos eventos o aquellos hitos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados. Comprende la planificación de todo el proyecto donde se considera el trabajo a nivel de fases por grupo de actividades. Es un tipo de programación sujeta a modificaciones y ajustes en función del avance de la obra.

ACTIVIDAD	MESES							
	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Obras Provisionales	◆							
Movimientos de Tierras			S2 ◆					
Calzaduras			S2 ◆					
Cimentación			S2 ◆					
Muro de Contención				S2 S1 ◆ ◆				
Columnas y Placas				S2 S1 1P ◆ ◆ ◆	2P 3P 4P ◆ ◆ ◆	5P 6P 7P ◆ ◆ ◆		
Vigas y Losas				S2 S1 1P ◆ ◆ ◆	2P 3P 4P ◆ ◆ ◆	5P 6P 7P ◆ ◆ ◆		
Tabiquería					1P ◆	S2 2P 3P ◆ ◆ ◆	4P 5P ◆ ◆	6P 7P ◆ ◆
Tarrajeos						S1 1P 2P ◆ ◆ ◆	3P 4P ◆ ◆	5P 6P ◆ ◆
Pisos					S2 ◆		1P 2P ◆ ◆	3P 4P ◆ ◆

Figura 6 Esquematación de una planificación maestra

Fuente: Orihuela y Ulloa (2011)

2. **Planificación por fases:** es una planificación en la que se detallan las actividades requeridas para realizar una fase del proceso constructivo planeado, basándose en la Técnica del Pull sugiriéndose programar desde la actividad que finaliza una fase hacia la actividad que da inicio a otra fase; y de esta manera se determina los trabajos que son necesarios para el cumplimiento de los objetivos de dicha fase.

Lean recomienda la Técnica del Pull, que consiste en utilizar una pizarra apoyados con "post it", con el fin de que se describan las tareas que son necesarias de ejecución o que deben ser ejecutadas por otros para dar cumplimiento al objetivo. Los post it se pegan y ordenan de acuerdo al orden del trabajo. Posterior a la planificación de la secuencia, se calculará el tiempo de duración del trabajo, procurando dejar holgura suficiente en los tiempos para atender cualquier variabilidad.

3. **Planificación Lookahead:** es un nivel de planificación que incluye solo actividades con un periodo de tiempo de cuatro o seis semanas de duración. Su objetivo es eliminar las restricciones mediante asignaciones liberadas y listas para

realizar la programación semanal, para lo cual y disgregan las actividades en asignaciones. En el Lookahead, se debe cumplir lo siguiente:

- Seleccionar únicamente las actividades que se pueden realizar en los tiempos programados. Se deberá tener en cuenta la existencia de variaciones dentro del diseño, puntos pendientes que han de ser resueltos, que estén disponibles los recursos, y la probabilidad de que terminen en el tiempo requerido las actividades que le anteceden.
- Convertir en asignaciones las actividades, considerando que una asignación es sinónimo de orden de trabajo directa.
- Analizar las restricciones, a fin de conocer si las asignaciones pueden realizarse en los tiempos programados, la cual está dividida en dos:
 - a) Identificar las restricciones: consiste en identificar de manera adelantada las causas que pueden influir en el no cumplimiento de una actividad.
 - b) Analizar las restricciones: consiste en ver si hay disponibilidad de los recursos y la culminación de los trabajos. Debe considerarse que, solamente las asignaciones listas sin restricciones pueden avanzar en la semana y entrar en la planificación Lookahead.

ACTIVIDAD	ENERO																														
	SEM 11-01								SEM 11-02								SEM 11-03							SEM 11-04							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Columnas y Placas																															
Fierro Columnas y Placas																															
Encofrado Columnas y Placas																															
Concreto Columnas y Placas																															
Losas, Vigas y Escaleras																															
Fierro Losas, Vigas y Escalera																															
Encofrado Losas, Vigas y Escalera																															
Ladrillo de Techo																															
Concreto Losas, Vigas y Escalera																															

Figura 7 Programación Lookahead

Fuente: Orihuela y Ulloa (2011)

4. **Planificación semanal:** es una planificación que considera las actividades que han sido liberadas luego de aplicar el análisis de restricciones. Para ello hay que tener en cuenta la priorización de ejecución, secuenciación del trabajo y disponibilidad de los recursos en obra (campo).

ACTIVIDAD	ENERO					Und	Metrado	RESTRICCIONES					Liberado		
	Sem 11-03							Información	Actividad Precedentes	Espacio	Mano de obra	Material		Equipos	Condiciones Externas
	17	18	19	20	21										
Columnas y Placas															
Fierro Columnas y Placas						kg	4,000	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Encofrado Columnas y Placas						m ²	250	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Concreto Columnas y Placas						m ³	23	ok	ok	ok	ok	Falta agregados	ok	ok	No
Losas, Vigas y Escaleras															
Fierro Losas, Vigas y Escalera						kg	2,900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Encofrado Losas, Vigas y Escalera						m ²	255	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Ladrillo de Techo						und	2,900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Concreto Losas, Vigas y Escalera						m ³	70	ok	ok	ok	ok	Falta agregados	ok	ok	No

Figura 8 Programación semanal y análisis de las restricciones

Fuente: Orihuela y Ulloa (2011)

5. **Porcentaje de planificación cumplida (% PC) y Razones de No cumplimiento**

(RNC): es la medición de cuán efectiva ha sido la planificación a partir de un

indicador para conocer en que porcentaje se ha cumplido la planificación y el porcentaje de las causas de incumplimiento. Este último valor sirve para corregir las semanas siguientes las razones identificadas con mayor repetitividad.

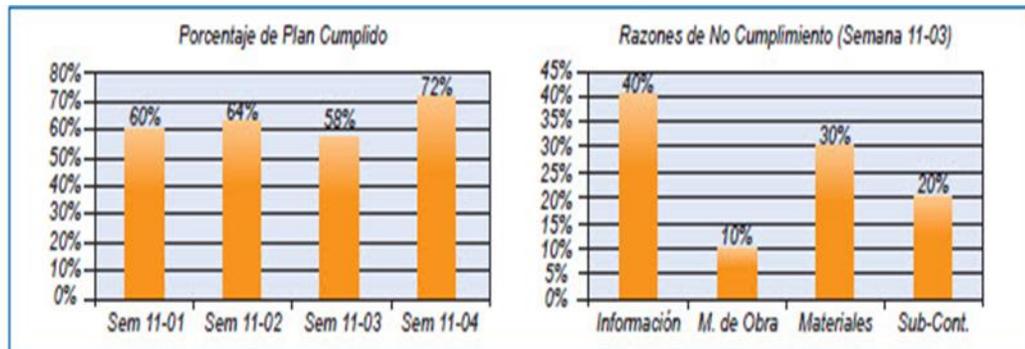


Figura 9 Porcentaje de planificación cumplida y Razones de No cumplimiento

Fuente: Orihuela y Ulloa (2011)

2.1.2.2. Calidad en los procesos constructivos

El propósito final de la implementación de LC en las distintas etapas de una obra civil es mejorar la productividad mediante la eliminación del desperdicio y obtener una mejora continua de cada uno de los procesos, a fin de que se le garantice al cliente la calidad en los distintos puntos de entrega, considerando aquí tanto a los clientes internos como a los externos (Bartolón, 2022). En este contexto, de acuerdo con (Koskela, 1992), Lean Construction parte de once principios: minimizar aquellas tareas o actividades que no son generadoras de valor, aumentar el valor de salida partiendo de las exigencias dadas por el cliente, reducción de las diferentes variaciones en el proyecto, reducción en los diferentes tiempos de ciclo o plazos de entrega, simplificar el proceso productivo, incrementar la flexibilidad en la salida, incremento de la transparencia en el proceso, enfoque completo en el proceso de las acciones de control, desarrollar mejoras continuas a lo largo del proceso, mejorar el flujo de balance a partir de las mejoras de la conversión y benchmarking.

Si bien todos estos principios contribuyen a la calidad de los procesos de construcción civil, específicamente, el principio nueve, construir mejoras continuas en el proceso, es el que se relaciona directamente con dicho parámetro. Este, se enfoca en los esfuerzos de manera continua para reducir los desperdicios e incrementar el valor de las actividades internas de manera incremental e interactiva (Koskela, 1992). En tanto, este autor indica que existen distintos métodos para estandarizar la mejora continua en las organizaciones:

- Desarrollo de acciones para medir y hacer seguimiento de la mejora
- Establecer objetivos extendidos destinados a eliminar los problemas y promover las soluciones.
- Involucrar y responsabilizar a todos los empleados en la mejora constante de su respectiva unidad de trabajo.
- Estandarizar procedimientos de trabajo
- Dirigir las mejoras al control de las restricciones en vez de los efectos.

Diekmann et al. (2004), plantea que el principio de mejoramiento continuo hace referencia a una serie de acciones agrupadas que permitan el mantenimiento y la optimización de los procesos y de las prácticas de trabajo; a un compendio de estrategias para minimizar las acciones de inspección de las actividades de trabajo y solucionar los problemas. De acuerdo con Diekmann et al (2004) LC plantea cuatro sub principios ligados a la calidad de los procesos:

- Medición: implica que se establezcan y lleven a cabo normas de medición lo suficientemente claras y precisas que permitan la medición de la eficiencia, el avance, el rendimiento, la capacidad y la calidad de actividades de procesos, que serán comparados respecto a la meta o estándar que se definió.

- **Aprendizaje organizacional:** es el proceso que se caracteriza por ser dinámico y continuo en el que se propicia la adquisición, la asimilación, la retentiva y la transmisión de actitudes, de habilidades y de conocimiento, que permiten obtener mejoras en los procesos, basado en la experiencia y en el estudio haciendo énfasis en los cambios, promoviendo una actitud aplicativa del conocimiento.
- **Respuesta a defectos:** se refiere a que se creen entornos de aprendizaje organizacional, para la definición de los procedimientos para solucionar eficazmente los problemas, a partir de la comprensión sistemáticamente de las causas del defecto generado el proceso y manteniendo las soluciones de respuesta a defectos que podrán ser empleados para dar respuesta a problemas que se den en el futuro.
- **Prevención de errores:** se relaciona con la ejecución de acciones proactivas de implementación de técnicas, herramientas y mecanismos destinados a evitar la aparición de defectos en los procesos, con acciones que prevengan corrijan o llamen la atención en relación a los errores que se estén produciendo.

2.1.3. Contrataciones públicas con el estado peruano

En todo país, la administración pública desarrolla distintas actividades direccionadas al desarrollo de la colectividad y la ciudadanía que atiende, es así que una de estas tiene que ver con lo relacionado a la contratación pública, que se define como aquel proceso técnico que permite de una forma oportuna y adecuada para el Estado adquirir bienes y ejecutar obras, servicios, consultoría, entre otros, siguiendo una serie de actividades administrativas, técnicas y jurídicas, las cuales son solicitadas por las diferentes dependencias que integran la entidad o institución contratante, a fin de poder lograr cumplir aquellas metas y objetivos propuestos, tomando en consideración el presupuesto asignado. Se debe resaltar, que dentro de este proceso las entidades pertenecientes al Estado deben acoger una serie de

disposiciones y lineamientos destinados a que se adquieran bienes, servicios u obras, así como aquellas que regulan los derechos y las obligaciones deriven de los mismos (Aquipucho Lupo, 2015).

En el Perú, este proceso se regula por una serie de normas, comenzando por la Constitución Política en su artículo 76 en el que señala que cualquier entidad del sector público, con el propósito de adquirir bienes, servicios y obras que permiten que se cumplan las funciones encomendadas, tienen la obligación de dar cumplimiento al procedimiento que se establezca y regule en la ley específica en la materia. Lo anterior, dio pie a la promulgación de la Ley 30,225 Ley de Contrataciones del Estado y de su reglamento, normas destinadas a que cada entidad del sector público puedan dar cumplimiento a la adquisición de sus diferentes requerimientos oportunamente, basados en precios y en costos que sean adecuados y que aseguren un gasto eficiente de los recursos públicos asignados.

De acuerdo con Mejía Farfán (2016) otra de las funciones de las normas antes señaladas es que el proceso de selección de bienes, servicios y obras se desarrollen basados en los principios de promoción del desarrollo humano, moralidad, libre competencia y competencia, imparcialidad, razonabilidad, eficacia, publicidad, transparencia, economía, tecnología, vigencia, trato justo e igualitario, y equidad y sostenibilidad ambiental, siendo considerados también como principios de criterio interpretativo e integrador. Los actores de mayor importancia dentro del sistemas de contratación pública se visualizan en la figura 10.

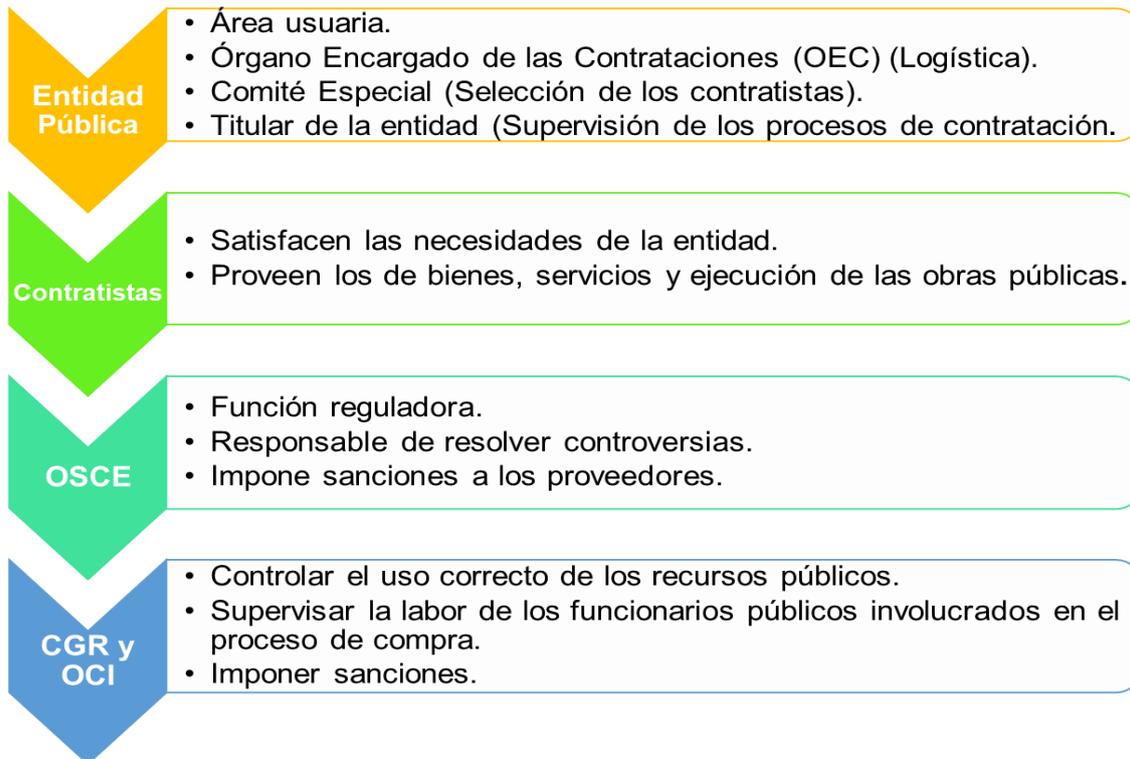


Figura 10 Actores que participan en el sistema de compras públicas del Perú

Fuente. Alván Silva (2015)

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Descripción de la obra de la experiencia

Dada las necesidades de mejoras del abastecimiento de agua para consumo humano de la población de la comunidad campesina de Conchacalla, debido a las deficiencias del actual sistema de abastecimiento que data de más de 22 años y las distintas ampliaciones y nuevas conexiones que se han creado por los mismos pobladores ausente de dirección técnica, hace que dicho sistema no cumpla con la satisfacción de la cobertura del servicio, aunado a que en muchos tramos se encuentre inservible. A lo anterior se suma, la inexistencia de un sistema de eliminación de excretas, pues solamente existe algunas letrinas que fueron construidas hace más de 22 años sin ningún tipo de asesoramiento técnico, y muchas de las deposiciones se realizan a campo abierto, fomentando los focos de contaminantes en la zona.

Lo anterior, dio pie a que, la municipalidad provincial de Anta, a través de la priorización de proyectos enmarcados en el Plan Desarrollo Estratégico Concertado de su jurisdicción, planteó el proyecto “Mejoramiento y ampliación sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina de Conchacalla.

El proyecto se localizó en la región de Cusco, distrito de Anta (ver figura 11).

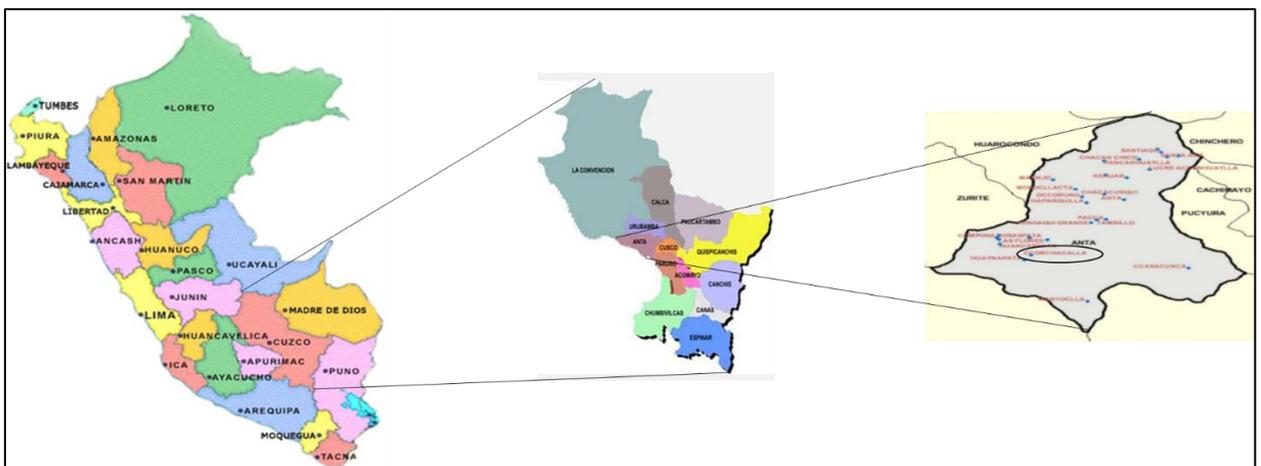


Figura 11 Ubicación de la obra

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

El desarrollo del proyecto beneficiará a 1,704 habitantes distribuidos en 426 viviendas, y dado que el periodo de diseño de la población futura es de 20 años tomando como base una tasa de crecimiento positiva de 2.87, la población futura a atender será de 2682 habitantes.

Tabla 2

Resumen de población futura

Sector	N° Viviendas	N° habitantes por vivienda	Población actual	Tasa de crecimiento	Población futura
Conchaccalla	426	4	1704	2.87	2682

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

Esta obra se inició el 17 de enero del año 2022 con una duración estimada de diez meses de ejecución y un monto total de inversión de S/. 9,604,131.09, dividida en dos grandes componentes

Componente 1: Sistema de Agua Potable	Sistema de conducción	Captaciones
		Línea de conducción
		Cámara rompe presión
		Válvulas (purga y aire)
		Cámara de distribución
		Pase y cruce de tuberías
	Sistema de distribución	Reservorios
		Línea de distribución
		Válvulas de control y purga
		Pase y cruce de tuberías
Componente 2: Disposición de Excretas	Caseta de baño	Movimiento de tierras
		Obras civiles
		Carpintería
		Pintura
		Instalación de tuberías
		Instalaciones sanitarias
		Obras eléctricas
		Biodigestor autolimpiadle
	Sistema de eliminación de excretas	Caja de lodos
		Zanja de infiltración
		Red de alcantarillado principal
	Red de alcantarillado principal	Buzones red de alcantarillado
		Pase aéreo de alcantarillado
		Red de alcantarillado emisor
	Red de alcantarillado emisor	Buzones red de emisor
		Conexiones domiciliarias
		Plantas de tratamiento
	Plantas de tratamiento	Trabajos preliminares
		Explanaciones
		Cámara de rejillas
		Desarenador parshall
		Cámara de distribución
		Cámara de reunión
		Rampa de acceso
		Cámara de salida
		Laguna de oxidación
		Caseta de almacén y vigilancia
		Cerco de protección
		Zanja de coronación para ptar
	Red de descarga ptar - rio	Tubería de desfogue
Buzones en la red de desfogue		
Dispositivo de vertimiento		

Figura 12 Descripción general de la obra

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

Componente 01 Adecuada infraestructura de sistema de agua potable: Se construirán 08 unidades de captación de Ladera de tipo I y II, las cuales captarán 4.39 litros por segundo,

llegando a una cámara de reunión de 3 unidades y derivadas a través de una línea de conducción de 8,360.46 ml de tuberías , requiriendo la construcción de 02 unidades de válvulas de purga, 02 unidades de válvulas de aire y la instalación de 03 unidades de cámaras distribuidoras de caudales, que permitirán la distribución a 04 reservorios rectangulares de concreto armado con capacidades de 2.00 m³, 5.00 m³, 12.00 m³ y 60.00 m³, respectivamente. Así mismo, se instalarán 20,045.34 ml de red de distribución en tuberías, lo que requerirá de la construcción de 69 unidades de válvulas de control, 28 unidades de válvulas de purga, 04 unidades de pases de tuberías en vía afirmada de longitud de 8 m de diferentes diámetros, 04 unidades de pases aéreos de cercha metálicas de 10 m de longitud, 13 unidades de pases aéreos de cercha metálicas de 5 m de longitud, 426 unidades de conexión de acometidas domiciliarias con las instalaciones de 4,729.78 ml de tubería y 16 unidades de conexiones de acometidas para instituciones públicas con la instalación de 137.11 ml de tubería (ver figura 13).

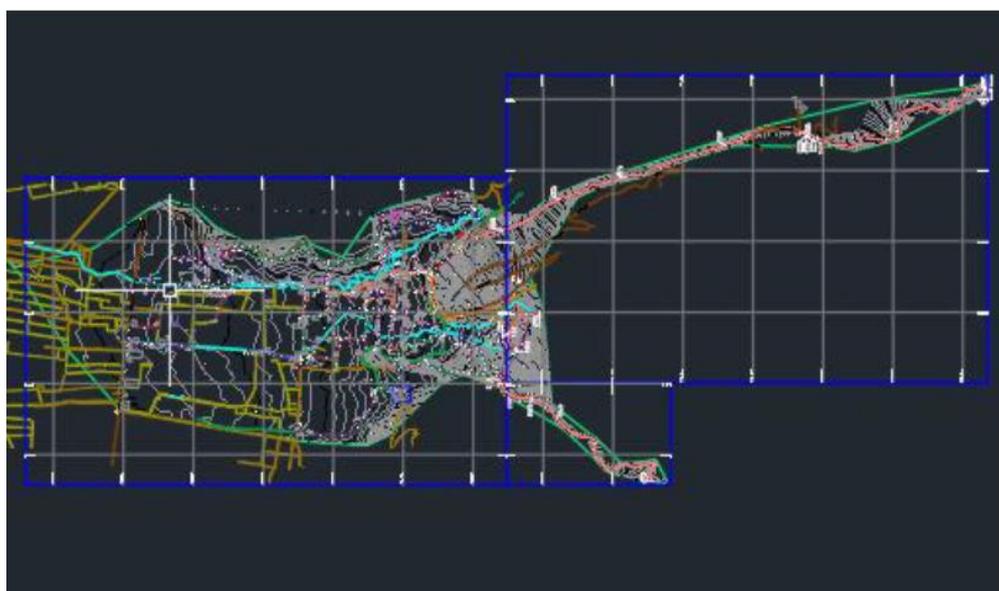


Figura 13 Foto CAD sistema de agua potable proyectado

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

Componente 02 adecuada infraestructura para la disposición de excretas: Se construirán 223 unidades básicas de saneamiento, contentivas de un baño, un inodoro, un lavatorio de mano y una ducha, las cuales las cuales se construirán con muros de ladrillo de arcilla, tarrajado con mortero cemento arena, cobertura de teja andina decorativa, veredas perimétricas y batea de concreto tarrajada para pileta, todo con su respectiva instalación sanitaria y eléctrica. Así mismo, se instalarán 223 unidades de sistemas de eliminación sanitaria de excretas, con la instalación de un biodigestor autolimpiadle de 600 litros, caja de lodos y zanjas de infiltración.

El sistema de alcantarillado, requerirá la construcción de:

- Una red de tuberías con longitudes de 2,550.11 ml, 3,638.11 ml, 929.11 ml y 211.55 ml respectivamente.
- Construcción de 226 unidades de concreto y 06 unidades para el efluente PTAR.
- Construcción de 203 unidades de conexiones, conformadas por una cachimba, caja de registro y tubería, y 12 unidades de conexiones para las instituciones públicas, conformadas por una cachimba, caja de registro y tubería, para una longitud total de 2,182.698 ml.
- Construcción de 01 cámara de rejas, 01 desarenador parshall, 02 lagunas primarias, 02 lagunas secundarias, 05 cámaras de distribución, 12 cámaras de reunión, 08 rampas de ingreso, 08 cámaras de salida, 01 caseta de almacén y 01 guardianía.



Figura 14 Foto CAD sistema de alcantarillado proyectado

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

3.2.1. Identificación del problema

La trayectoria de la empresa con la ejecución de distintos proyectos entre ellos obras de gran interés para la sociedad peruana, la posicionan como una organización en tendencia a consolidarse en el sector de la construcción, razón que ha motivado a la Gerencia General a evaluar la forma en cómo realizan sus procesos y realizar las correspondientes mejoras necesarias. Es por ello que, en lo referente a la Jefatura de Obras, solicitó que se implementara la estrategia Lean Construction destinada a mejorar la gestión de las obras, siendo prioritario la mejora plazos de entrega, los costos de ejecución y, que se mejore la calidad de cada uno de los procesos.

En función de dicha solicitud, se realizó la implementación de Lean Construction en su fase plan piloto en la partida Sistema de Conducción (línea de conducción que parte de las laderas de captación hasta llegar a los reservorios) en la obra antes mencionada, según se detalla a continuación.

3.1.1.1. Seleccionar la partida crítica

Tomando en cuenta los fundamentos teóricos de LC, el primer paso consistió en seleccionar la partida para la implementación de la mejora, que para efectos del presente trabajo corresponde a la partida línea de conducción (8,360.46M) la cual cumplió con los requisitos siguiente:

- ✓ Avance de ejecución mayor del 25%
- ✓ Actividades de predominancia productivas o de relevancia para la obra
- ✓ Lapso de ejecución de 60 días, lo que equivale a 10 semanas de trabajo para una jornada laboral de lunes a sábado. Dicho período es superior a 6 semanas, lo que permitió la realización de un ciclo de mejora (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar)
- ✓ Impacto económico del 4% sobre el costo total de la obra.

3.2.1.2. Medir el cumplimiento de los plazos de ejecución de la partida sistema de conducción (sin LC).

Los plazos de ejecución previos a la implementación de LC se midieron durante la tercera y cuarta semana del avance de los trabajos de sistemas de conducción, encantándose con una igualdad entre el tiempo planificado y el tiempo ejecutado (ver tabla 3).

Tabla 3

Plazos de ejecución sin LC

Actividad	Plazos planificados en días sin LC	Plazos ejecutados en días sin LC	Mejora alcanzada (Días)
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	18	18	0
Excavación del terreno	18	18	0
Perfilado	18	18	0
CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.10x0.50M	12	12	0
Preparado y Zarandeo de Material Propio	12	12	0
Colocación de Material Zarandeado	12	12	0
Apisonado de Material Zarandeado	12	12	0

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se alcanzaron con un 40% de incumplimiento en la realización y desarrollo de cada actividad planificada durante la tercera semana (ver anexo 1), debido al retraso de ingreso de personal (ver figura 15).

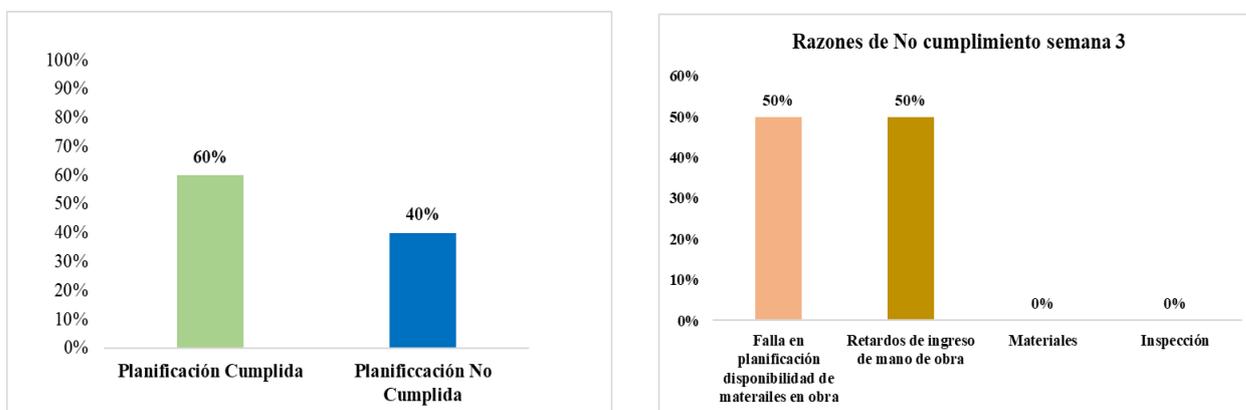


Figura 15 Medición del cumplimiento de la planificación semana 3

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en la cuarta semana (ver anexo 2), se identificó un 50% de incumplimiento en la planificación debido a no conformidades con la inspección (ver figura 16).

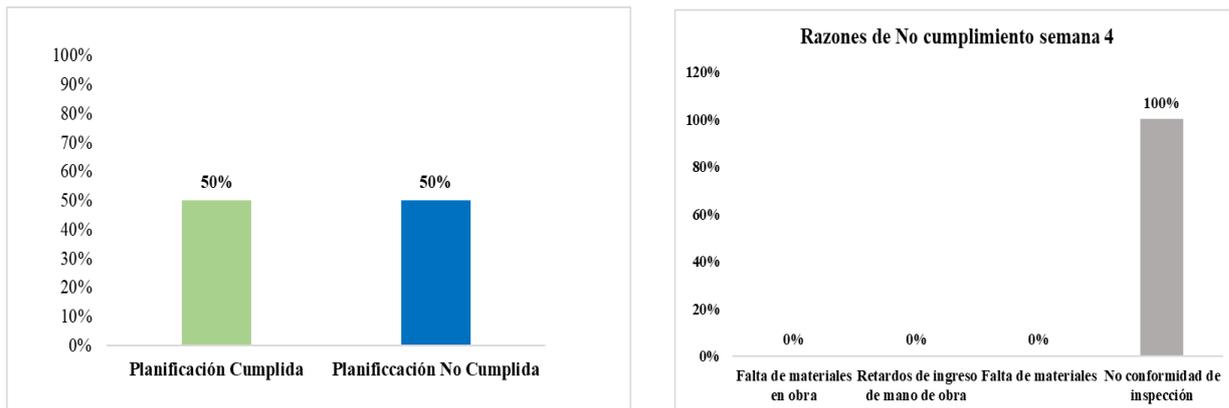


Figura 16 Medición del cumplimiento de la planificación semana 4

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. Comparar los costos del proceso constructivo de la partida sistema de conducción (sin LC)

Al realizar la comparación entre costos programados por semana y costos ejecutados en la etapa previa de la implementación de LC, se identificó que en la semana 3 de inicio de los trabajos del sistema de conducción quedó una diferencia positiva de S/ 4,410.31, correspondiente a las actividades de cama con material propio, selección y compactación manual, tal como se observa en la tabla 3, lo que se debió a que había parte del personal que aún no había ingresado a la obra (ver anexo 1).

Sin embargo, en la semana 4, se encontró un sobre costo para la empresa de S/ 2,452.96 correspondiente a las actividades de excavación en terreno normal y de S/ 1,715.12 de los trabajos de cama con material propio, selección y compactación manual; lo que se debió a un día de paralización en el avance de dichos trabajos motivado a retardos de la inspección para aprobar excavación y material para apisonado (ver anexo 2).

Tabla 4

Comparación de costos de ejecución sin LC

Actividad	Semana 3			Semana 4		
	Costos planificados	Costos ejecutados	Diferencia de costos semana 3	Costos planificados	Costos ejecutados	Diferencia de costos semana 4
EXC. EN TERRENO NORMAL 0.80x0.50M A PULSO	S/ 14,717.75	S/ 14,717.75	S/ 0.00	S/ 14,717.75	S/ 17,170.71	-S/ 2,452.96
Excavación del Terreno	S/ 8,830.65	S/ 8,830.65	S/ 0.00	S/ 8,830.65	S/ 10,302.43	-S/ 1,471.78
Perfilado	S/ 5,887.10	S/ 5,887.10	S/ 0.00	S/ 5,887.10	S/ 6,868.29	-S/ 981.18
CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.10x0.50M	S/ 5,250.37	S/ 3,675.26	S/ 1,575.11	S/ 4,410.31	S/ 6,125.43	-S/ 1,715.12
Preparado y Zarandeo de Material Propio	S/ 1,050.07	S/ 735.05	S/ 315.02	S/ 8,820.62	S/ 1,225.09	S/ 7,595.53
Colocación de Material Zarandeado	S/ 1,050.07	S/ 735.05	S/ 315.02	S/ 882.06	S/ 1,225.09	-S/ 343.02
Apisonado de Material Zarandeado	S/ 3,150.22	S/ 2,205.15	S/ 945.07	S/ 2,646.19	S/ 3,675.26	-S/ 1,029.07

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.4. *Evaluar la calidad del proceso constructivo de la partidas sistema de conducción*

(sin LC).

La evaluación realizada mediante la aplicación de un cuestionario (ver anexo 3) en la etapa previa a la implementación de la mejora, permitió identificar que en el proceso constructivo sistema de conducción no implementaba el principio del principio Lean Construction correspondiente al mejoramiento continuo o calidad, tal como se puede apreciar en la figura 17.

Existía muy poca y poco uso adecuado de respuesta a defectos, ya que no se realizaba análisis de causas raíz ni auditorías internas; así mismo se encontró ausencia de divulgación de resultados con indicadores y, ausencia de procedimientos para identificar los problemas y una nula utilización de herramientas de mejora continua como lo fue el ciclo de Deming (planificar, hacer, verificar y actuar).

De igual manera, se observó un poco manejo de la prevención de errores, dado que no existía un control sobre la planificación, no se encontraron antecedentes registrados sobre los distintos problemas que en anteriores procesos se enfrentaron, ni se informaba a todos los trabajadores sobre aspectos importantes relacionados con los errores cometidos durante el proceso.

Se identificó muy poco aprendizaje organizacional, puesto que no se identificaron acciones de cultura organizacional, como, por ejemplo, ausencia de análisis de problemas, revisión y planificación en función de mejoras del proceso constructivo.

Por otra parte, existía poco empleo de la medición del proceso mediante la filosofía LC, ya que no se encontraron mediciones de tiempos de ejecución, comparación de costos, ni uso de indicadores de los mismos.

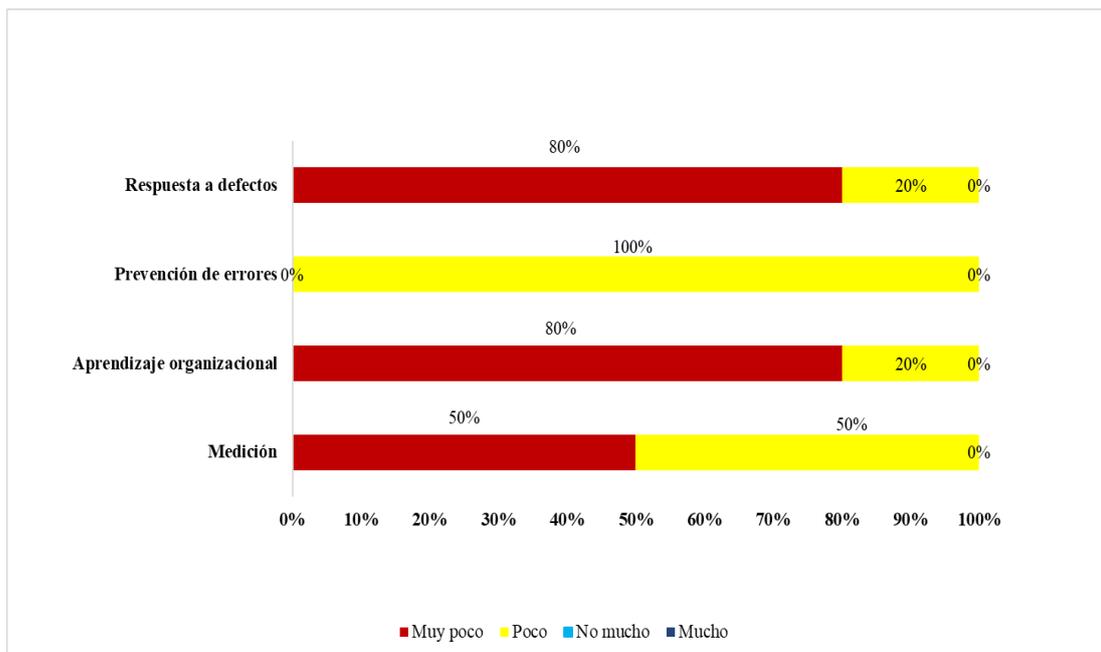


Figura 17 Evaluación de la calidad sin LC

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Objetivos de mejora del proceso constructivo de la partida sistema de conducción.

Para la implementación de la mejora se establecieron los objetivos siguientes:

- ✓ Disminuir un 5% los tiempos de entrega del proceso constructivo sistemas de conducción.
- ✓ Reducir un 10% los costos de ejecución del proceso constructivo sistemas de conducción.
- ✓ Mejorar un 50% la calidad del proceso constructivo sistemas de conducción.

3.2.3. Cronograma de implementación de la mejora del proceso constructivo de la partida sistema de conducción.

La implementación de LC se desarrolló en un lapso de diez semanas, en la cual se realizaron diagnósticos del proceso constructivo a nivel de planificación, costos y calidad de la partida sistema de conducción; charlas de inducción al personal sobre la filosofía LC; implementación de Last Planner System, y se realizó la evaluación del proceso post mejora (ver figura 18).

N°	Actividad	ene-22		feb-22				mar-22			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Observar el proceso constructivo de sistemas de conducción	■									
2	Medir el proceso actual (planificación, costos y calidad)			■	■						
3	Realizar inducción sobre Lean Construction			■	■	■	■				
3.1	Lean Construction y conceptos relacionados			■							
3.2	Herramientas de la calidad (Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto)			■							
3.3	Herramientas de mejora continua (Ciclo de PDHVA)			■							
3.4	Last Planner System			■	■	■					
3.5	Principios de Lean Construction (Mejora continua/ calidad)					■					
3.6	Indicadores de gestión					■					
4	Implementar Lean Construction					■	■	■	■		
5	Medir el proceso post mejora (planificación, costos y calidad)								■		

Figura 18 Cronograma de implementación de mejora

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Etapa de inducción sobre Lean Construction

Se realizó una jornada de capacitación (ver anexo 4) con la finalidad de orientar al grupo responsable de la mejora en la metodología LC, la cual estuvo integrada de la manera siguiente:

Tabla 5

Equipo responsable de la mejora

Cargo	Responsabilidad
Asistente de Ingeniería	Líder de la mejora
Ingeniero Residente	
Supervisor	Responsable de implementación de la mejora/ planificador
Maestro de obra	
Responsable de Seguridad laboral	

Fuente: Elaboración propia

Dicha capacitación constó de 33 horas distribuidas en 7 módulos (ver tabla 6).

Tabla 6

Temas de capacitaciones Lean Construction

Fecha	Tema	Horas
07/02/2022	¿Qué es el Lean Construction y sus conceptos relacionados?	4
11/02/2022	Herramientas de la calidad para dar solución a problemas	6
14/02/2022	El Ciclo de Deming, una poderosa herramienta de mejora continua	5
16/02/2022	Last Planner System: Planificación maestra	4
19/02/2022	Last Planner System: Planificación por fase	4
22/02/2022	Last Planner System: Planificación Look Ahead	7
25/02/2022	Last Planner System: Planificación semanal	3

Fuente: Elaboración propia

Las capacitaciones se realizaron de manera práctica teórica, en la cual los participantes lograron profundizar conocimiento sobre los aspectos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7

Plan de capacitación LC

Tema	Objetivo
¿Qué es el Lean Construction y sus conceptos relacionados?	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer a grandes rasgos la filosofía LC. - Identificar qué es mejora continua. - Casos de éxitos de aplicación de LC a nivel mundial.
Herramientas de la calidad para dar solución a problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar causas raíces: <ul style="list-style-type: none"> * Diagrama de Ishikawa * Análisis de los 5 por qué * Diagrama de Pareto
El Ciclo de Deming, una poderosa herramienta para la mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> - Las cuatro etapas de mejora en los procesos: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar
Last Planner System: Planificación maestra	<ul style="list-style-type: none"> - Qué es el Last Planner System: <ul style="list-style-type: none"> * Elaborar en conjunto el plan maestro piloto
Last Planner System: Planificación por fase	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio práctico: Plan por fases de la mejora piloto
Last Planner System: Planificación Look Ahead	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio práctico: Look ahead del plan piloto
Last Planner System: Planificación semanal	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio práctico: Planificación semanal del plan piloto

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Aplicación de Last Planner System

3.2.5.1. Planificación maestra

En conjunto con el grupo de mejora, se elaboró el plan maestro para la ejecución de la partida seleccionada, que para el caso del presente trabajo corresponde a la partida sistema de conducción de la obra. Para ello, se identificaron en un contexto macro los recursos necesarios para realizar las actividades de acuerdo con las fechas planificadas (ver figura 19 y 20). El objetivo de realizar esta planificación se basó en asegurar la disponibilidad de todos los elementos necesarios para que la planificación se diera de acuerdo a lo establecido en la planificación general (ver figura 21).

Empresa: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.			Obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022.																														
PLAN MAESTRO DE OBRA: Partida 01.05.01.03 Línea de conducción (8,360.46m)			Fecha: 17/02/2022																														
Fecha de inicio	Actividad	Fecha de fin	Recursos requeridos																														
03/01/2022	Trazo, nivelación y replanteo de redes	05/01/2022	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recurso</th> <th>Descripción/ cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mano de obra:</td> <td>Ingeniero Residente, Supervisor, Topógrafo, Ayudante de Topógrafo, Oficial, peones</td> </tr> <tr> <td>Herramientas:</td> <td>Pico, palo de minería, carruchas, zaranda, cinta métrica, teodolitos, plomada, estación, niveles</td> </tr> <tr> <td>Recursos de salud y seguridad laboral:</td> <td>Dotación de cascos, tapabocas, botas de seguridad, suministro de agua potable, suministro de baños portátiles, vestidores y baños portátiles</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Materiales</td> <td>32.49 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=3"</td> </tr> <tr> <td>5,723.93 metros lineales tuberías PVC SAP C-10 DN=2"</td> </tr> <tr> <td>2,314.77 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=1 1/2"</td> </tr> <tr> <td>289.27 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=1"</td> </tr> <tr> <td>1.00 unidad de PVC SP EN L. De conducción</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cloruro de sodio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Equipo especializado: Servicio especializado para realizar prueba hidrostática</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Recurso económico: S/. 390,353.13</td> </tr> </tbody> </table>		Recurso	Descripción/ cantidad	Mano de obra:	Ingeniero Residente, Supervisor, Topógrafo, Ayudante de Topógrafo, Oficial, peones	Herramientas:	Pico, palo de minería, carruchas, zaranda, cinta métrica, teodolitos, plomada, estación, niveles	Recursos de salud y seguridad laboral:	Dotación de cascos, tapabocas, botas de seguridad, suministro de agua potable, suministro de baños portátiles, vestidores y baños portátiles	Materiales	32.49 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=3"	5,723.93 metros lineales tuberías PVC SAP C-10 DN=2"	2,314.77 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	289.27 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=1"	1.00 unidad de PVC SP EN L. De conducción					Cloruro de sodio					Equipo especializado: Servicio especializado para realizar prueba hidrostática					Recurso económico: S/. 390,353.13
Recurso	Descripción/ cantidad																																
Mano de obra:	Ingeniero Residente, Supervisor, Topógrafo, Ayudante de Topógrafo, Oficial, peones																																
Herramientas:	Pico, palo de minería, carruchas, zaranda, cinta métrica, teodolitos, plomada, estación, niveles																																
Recursos de salud y seguridad laboral:	Dotación de cascos, tapabocas, botas de seguridad, suministro de agua potable, suministro de baños portátiles, vestidores y baños portátiles																																
Materiales	32.49 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=3"																																
	5,723.93 metros lineales tuberías PVC SAP C-10 DN=2"																																
	2,314.77 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=1 1/2"																																
	289.27 metros lineales de tuberías PVC SAP C-10 DN=1"																																
	1.00 unidad de PVC SP EN L. De conducción																																
						Cloruro de sodio																											
						Equipo especializado: Servicio especializado para realizar prueba hidrostática																											
				Recurso económico: S/. 390,353.13																													
03/01/2022	Trazo, nivelación y replanteo final de redes	05/01/2022																															
06/01/2022	Excavación en terreno normal 0.80x0.50m a pulso	02/03/2022																															
02/03/2022	Cama con material propio, selección y compactación Manual 0.10x0.50m	02/03/2022																															
15/02/2022	Rel. Compac. Zanja con material propio, Zarandeo 0.30x0.50m	02/03/2022																															
15/02/2022	Rel. Compac. Zanja con material propio, selección 0.40x0.50m	02/03/2022																															
18/02/2022	Acarreo de material excedente	02/03/2022																															
23/02/2022	Suministro e instalación de tuberías PVC SAP C-10 DN=1"	02/03/2022																															
27/02/2022	Suministro e instalación de accesorios PVC SP EN L. De conducción	02/03/2022																															
03/03/2022	Prueba hidráulica	19/03/2022																															
20/03/2022	Desinfección de tuberías	24/03/2022																															

Figura 19 Plan maestro de la partida sistema de conducción

Fuente: Elaboración propia

Empresa: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.		Obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022			
PLAN MAESTRO DE OBRA: Desglose de Partida 01.05.01.03 Línea de conducción (8,360.46m)					Fecha: 17/02/2022
Ítem	Detalle de partida	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe Total
01.05.01.03	LÍNEA DE CONDUCCIÓN (8,360.46M)				
01.05.01.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES Y FINALES				
01.05.01.03.01.01	Trazo, nivelación y replanteo de redes	m	8,360.46	0.97	8,109.63
01.05.01.03.01.02	Trazo, nivelación y replanteo final de redes	m	8,360.46	0.41	3,427.79
01.05.01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.05.01.03.02.01	Excavación en terreno normal 0.80x0.50m a pulso	m	8,360.46	14.67	122,647.95
01.05.01.03.02.02	Cama con material propio, selección y compactación manual 0.10x0.50m	m	8,360.46	3.14	26,251.84
01.05.01.03.02.03	Relleno, compactación de zanja con material propio y zarandeo 0.30x0.50m	m	8,360.46	8.54	71,398.33
01.05.01.03.02.04	Relleno, compactación de zanja con material propio y selección 0.40x0.50m	m	8,360.46	5.88	49,159.50
01.05.01.03.02.05	Acarreo de material excedente	m ³	18.29	22.95	419.76
01.05.01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				
01.05.01.03.03.01	Suministro e instalación de tuberías PVC SAP C-10 DN=3"	m	32.49	32.49	720.63
01.05.01.03.03.02	Suministro e instalación de tuberías PVC SAP C-10 DN=2"	m	5,723.93	5,723.93	71,606.36
01.05.01.03.03.03	Suministro e instalación de tuberías PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	m	2,314.77	2,314.77	16,319.13
01.05.01.03.03.04	Suministro e instalación de tuberías PVC SAP C-10 DN=1"	m	289.27	289.27	1,623.70
01.05.01.03.04	SUM. E INST. DE ACCESORIOS				
01.05.01.03.04.01	Suministro e instalación de accesorios PVC SP en línea de conducción	Unidad	1.00	868.53	868.53
01.05.01.03.05	PRUEBAS				
01.05.01.03.05.01	Prueba hidráulica	m	8,360.46	1.86	15,550.46
01.05.01.03.06	DESINFECCION				
01.05.01.03.06.01	Desinfección de tuberías	Km	8.36	268.84	2,247.50

Figura 20 Plan maestro - desglose de la partida sistema de conducción

Fuente: Elaboración propia

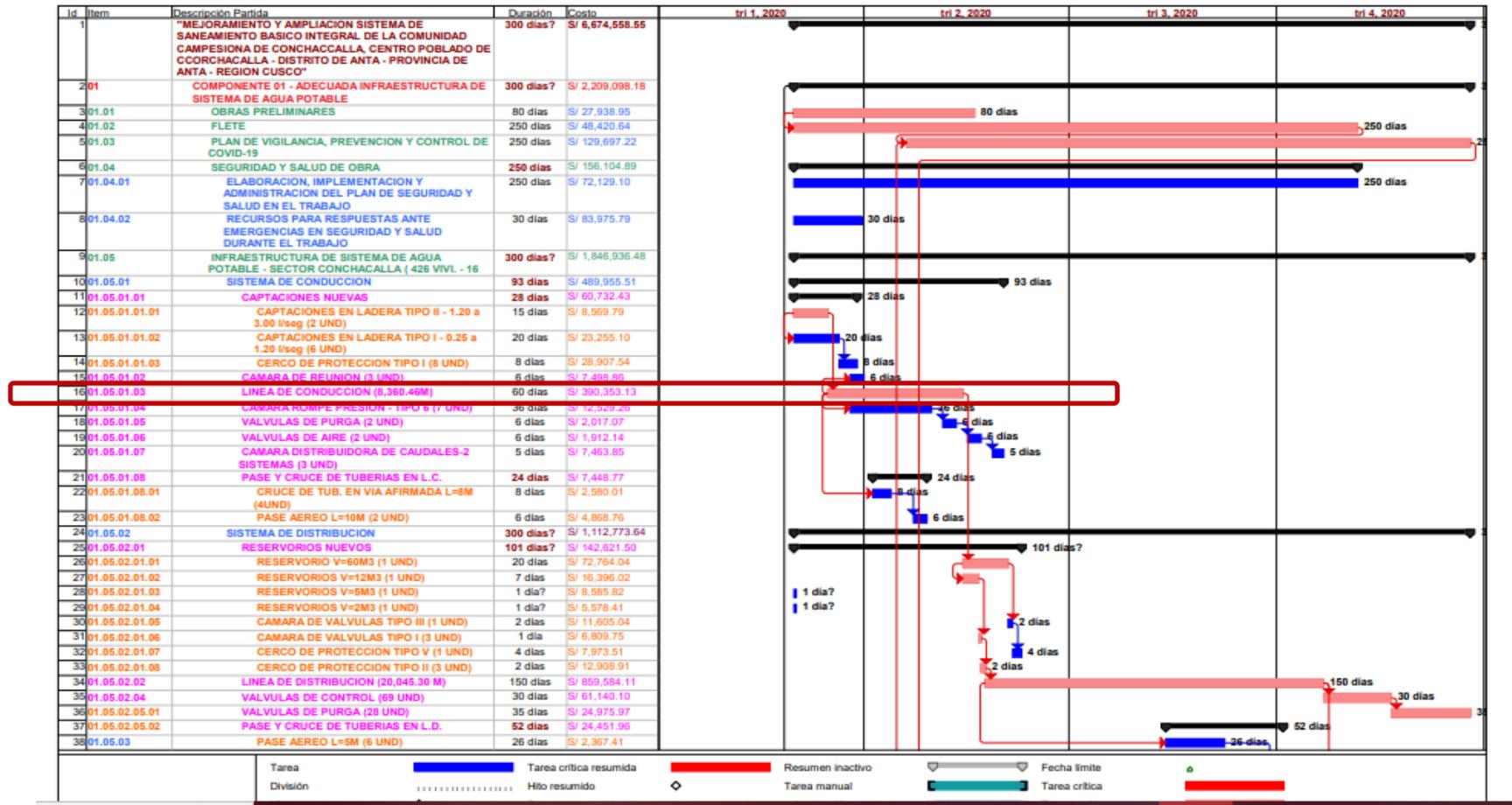


Figura 21 Programación general de la partida sistema de conducción

Fuente: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.

3.2.5.2. Planificación por fase

A partir del desglose obtenido en la planificación maestra se dimensionaron las cuadrillas como se muestra en la tabla 7 y; posteriormente se realizó el tren de trabajo correspondientes a la partida sistemas de conducción, para la cual se consideraron únicamente las actividades de construcción desde excavación en terreno hasta instalación de reducciones (ver tabla 8).

Tabla 8

Dimensionamiento de las cuadrillas

Actividades planificadas (Sistemas de conducción)	CUADRILLAS
EXC. EN TERRENO NORMAL 0.80x0.50M A PULSO	1 OFICIAL + 15 PEONES
PERFILADO	1 OFICIAL + 4 PEONES
PREPARADO Y ZARANDEO DE MATERIAL PROPIO	1 OFICIAL + 4 PEONES
COLOCACIÓN DE MATERIAL DE ZARANDEO	1 OFICIAL + 4 PEONES
APIESIONADO DE MATERIAL ZARANDEO	1 OFICIAL + 2 PEONES
SELECCIÓN Y RELLENO CON MATERIAL PROPIO	1 OFICIAL + 10 PEONES
COMPACTACIÓN CON PISÓN A MANO	1 OFICIAL + 3 PEONES
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	1 OFICIAL + 15 PEONES
COMPACTACIÓN CON PISÓN A MANO	1 OFICIAL + 3 PEONES
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	1 OFICIAL + 4 PEONES
INSTALACIÓN DE TUBERÍA C-10 de 2"	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
INSTALACIÓN DE TUBERÍA C-10 de 1 1/2"	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
INSTALACIÓN DE TUBERÍA C-10 de 1"	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
INSTALACIÓN DE TEE	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
INSTALACIÓN DE CODOS	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
INSTALACIÓN DE YEEs	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
INSTALACIÓN DE REDUCCIONES	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 2 PEONES
LLENADO DE AGUA DE TUBERÍAS	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 3 PEONES
ELIMINACIÓN DE AIRES DE TUBERÍA	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 3 PEONES
COLOCACIÓN DE TAPÓN EN EXTREMO	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 3 PEONES
BOMBEO MANUAL DE BOMBA	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 3 PEONES
LAVADO CON HIPOCLORITO DE CALCIO	1 OFICIAL + 1 OPERARIO GASFITERO + 3 PEONES

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la Actividad	Und	Metrado pendiente	Días	Ratio Meta	feb-22														mar-22													
					Semana 07							Semana 08							Semana 09							Semana 10						
					L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
LINEA DE CONDUCCION (8,360.46M)					21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Trazo, nivelación y replanteo de redes	m	0.00	0.00	0.00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Trazo, nivelación y replanteo final de redes	m	0.00	0.00	0.00	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Excavación en terreno normal L 0.80x0.50M A PULSO	m	4,013.02	22.00	182.41	C1	C1	C1	C1	C1	C1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1					
Perfilado	m	5,852.32	19.00	308.02			C2	C2	C2	C2		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2						
Preparado y zarandeo de material propio	m	6,688.37	19.00	352.02				C1	C1	C1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1					
Colocación de material de zarandeo	m	8,360.46	19.00	440.02				C2	C2	C2		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2						
Apisonado de material de zarandeo	m	8,360.46	19.00	440.02				C1	C1	C1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1					
Selección y relleno con material propio	m	8,360.46	12.00	696.71														C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2		
Compactación con pizón a mano	m	8,360.46	12.00	696.71														C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2		
Eliminación de material excedente	m	8,360.46	12.00	696.71														C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2		
Compactación con pizón a mano	m	8,360.46	12.00	696.71														C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2		
Eliminación con material excedente	m ³	18.29	6.00	3.05																				C1	C1	C1	C2	C2	C2			
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=3"	m	32.49	9.00	3.61														C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3						
Instalación de tubería C-10 de 2"	m	5,723.93	9.00	635.99																				C3	C3	C3	C3					
Instalación de tubería C-10 de 1 1/2"	m	2,314.77	4.00	578.69																				C3	C3	C3	C3					
Instalación de tubería C-10 de 1"	m	289.27	4.00	72.32																				C3	C3	C3	C3					
Instalación de TEE	unid	11.00	2.00	5.50																						C3	C3					
Instalación de CODOS	unid	139.00	2.00	69.50																						C3	C3					
Instalación de YEEs	unid	1.00	2.00	0.50																						C3	C3					
Instalación de reducciones	unid	16.00	2.00	8.00																						C3	C3					

Figura 22 Tren de actividades de la partida sistemas de conducción (semana 07 a semana 10)

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.4. Planificación semanal

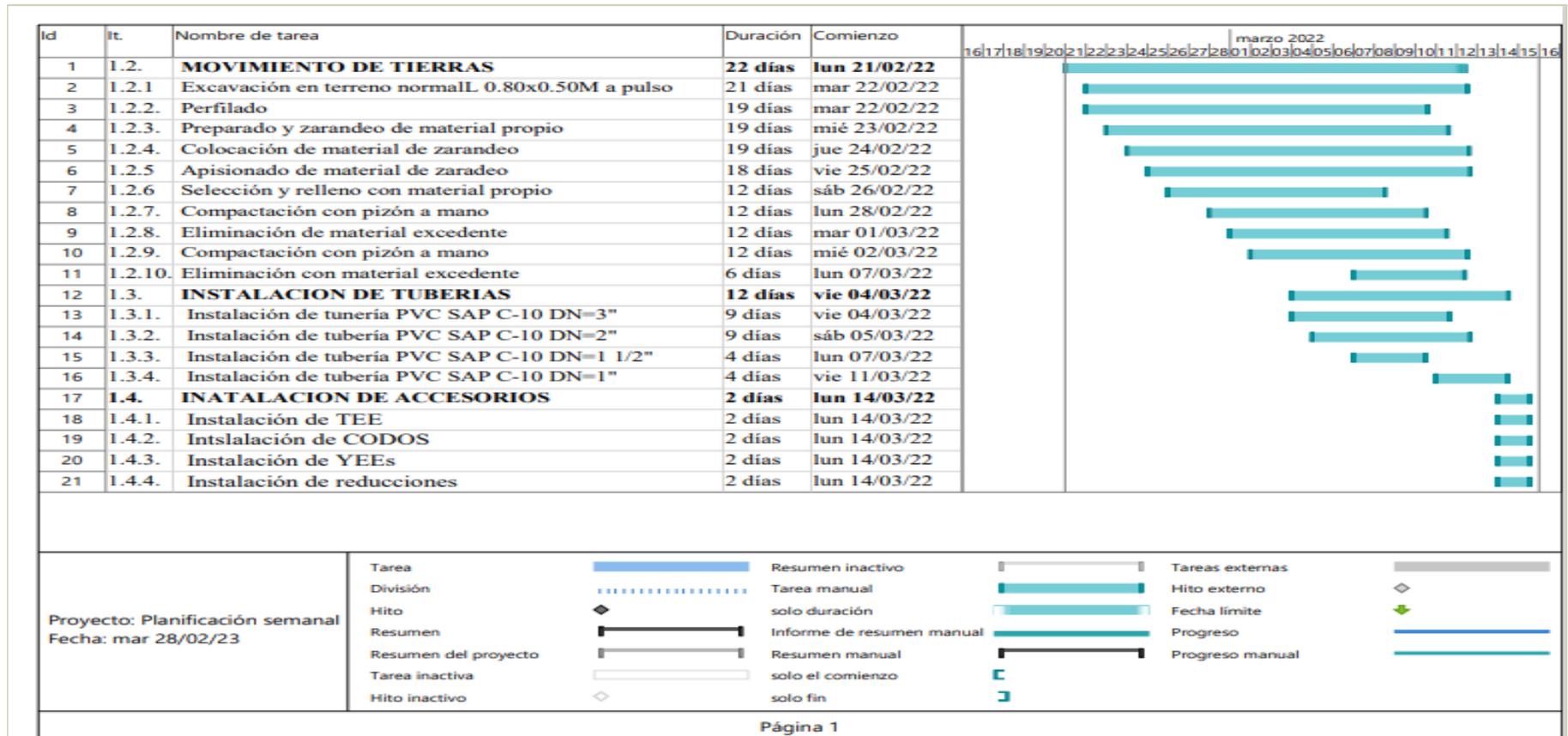


Figura 24 Programación semanal (semana 07 a semana 10)

Fuente: Elaboración propia

PARTE DIARIA DE PRODUCCIÓN DURANTE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION										
Empresa: <u>Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.</u>								Pág. 2/3		
Partida: <u>Sistemas de conducción</u>										
Cuadrilla:	Movimiento de tierra			HH PROGRAMADO				FECHA:	25/02/2022	
				8				DÍA:	5	
				HH REAL				SEMANA:	2	
Elaborado por:	Lito Espinoza			8						
Horarios Programado										
Act.	Descripción de la actividad	Fase	Horarios Programado							
			Act	Inicio	Término					
3	Excavación en terreno normal 0.80x0.50M A PULSO									
4	Perfilado									
5	Preparado y zarandeo de material propio			08:00	17:00					
6	Colocación de material de zarandeo			08:00	17:00					
7	Apionado de material de zarandeo			08:00	17:00					
Responsables:										
In. Residente										
Astte. Residente										
Personal			Act. 3	Act. 4	Act. 5	Act. 6	Act. 7	Act. 8	Act. 9	Total
It	Apellido y Nombre		HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	
10	Oswaldo Núñez		7.5							7.5
11	Bryan Benítez					8.0				8.0
12	Adrián ajuaro		8.0							8.0
13	Gustav Cárdenas						7.5			7.5
14	Alonso Montoya		6.0							6.0
15	Gustavo Ibañez				80.0					80.0
16	Frank Ruíz					8.0				8.0
17	Víctor Ochoa						8.0			8.0
18	Víctor Herrera		5.2							5.2
TOTAL HH										138.15
OBSERVACIONES			Resumen de metardo de producción diaria							
			Descripción	Unidad	Programada	Real				
SUB TOTAL 2 de 4.			Excavación en terreno normal 0.80x0.50M A PULSO	m	182.41	166.45				
			Perfilado	m	308.02	305.12				
			Preparado y zarandeo de material propio	m	352.02	351.00				
			Colocación de material de zarandeo	m	440.02	443.00				
			Apionado de material de zarandeo	m	440.02	443.00				

Figura 26 Parte diario de sistemas de conducción (2/4)

Fuente: Elaboración propia

PARTE DIARIA DE PRODUCCIÓN DURANTE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION									
Empresa: Constructora y Minera Serpiente de Oro E.I.R.L.									
Partida: Sistemas de conducción									
Pág. 3/3									
Cuadrilla:	Movimiento de tierra	HH PROGRAMADO							
		8			FECHA: 25/02/2022				
		HH REAL			DÍA: 5				
Elaborado por:	Lito Espinoza	8			SEMANA: 2				
Act.	Descripción de la actividad	Fase	Horarios						
			Programado						
			Act	Inicio	Término				
3	Excavación en terreno normal L 0.80x0.50M A PULSO			08:00	17:00				
4	Perfilado								
5	Preparado y zarandeo de material propio								
6	Colocación de material de zarandeo			08:00	17:00				
7	Apisionado de material de zarandeo			08:00	17:00				
Responsables:									
In. Residente									
Asste. Residente									
It	Personal	Act. 3	Act. 4	Act. 5	Act. 6	Act. 7	Act. 8	Act. 9	Total
	Apellido y Nombre	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH	
19	Pedro Albajar			8					8.0
20	Ma nuel Silvestre	8							8.0
21	José Collado	6.4							6.4
22	Ismael Miranda	8							8.0
23	Seikichi Tokushiro		8						16.0
24	Lavado Eduard			7.4	8.0				7.4
25	Jorge Bravo	7.35							7.4
26	Noel Tupam				8.0				8.0
27	Tulio Esparza								0.0
TOTAL HH									69.15
OBSERVACIONES		Resumen de metardo de producción diaria			Unidad	Programada	Real		
		Descripción							
		Excavación en terreno normal L 0.80x0.50M A PULSO			m	182.41	166.45		
		Perfilado			m	308.02	305.12		
		Preparado y zarandeo de material propio			m	352.02	351.00		
		Colocación de material de zarandeo			m	440.02	443.00		
		Apisionado de material de zarandeo			m	440.02	443.00		
					m	696.71	695.24		
					m	696.71	695.24		
					m	3.05	4.20		
SUB TOTAL 3 de 4.									

Figura 27 Parte diario de sistemas de conducción (3/4)

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Medir el cumplimiento de los plazos de ejecución del sistema de conducción (con implementación LC)

Tabla 9

Plazos de ejecución con LC

Actividad	Plazos en días ejecutados con LC
MOVIMIENTO DE TIERRAS	21
Excavación en terreno normal 0.80x0.50M a pulso	21
Perfilado	19
Preparado y zarandeo de material propio	19
Colocación de material de zarandeo	19
Aplonado de material de zarandeo	19
Selección y relleno con material propio	12
Compactación con pisón a mano	12
Eliminación de material excedente	12
Compactación con pisón a mano	12
Eliminación con material excedente	6
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	10
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=3"	9
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=2"	8
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	5
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1"	4
INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	2
Instalación de TEE	2
Instalación de CODOS	2
Instalación de YEEs	2
Instalación de reducciones	2

Fuente: Elaboración propia

Estos plazos se lograron con un 75% de cumplimiento en la planificación de las actividades durante la semana 8 y 9 y, con el 94% de cumplimiento en la semana 10 (ver figuras 29, 30 y 31).

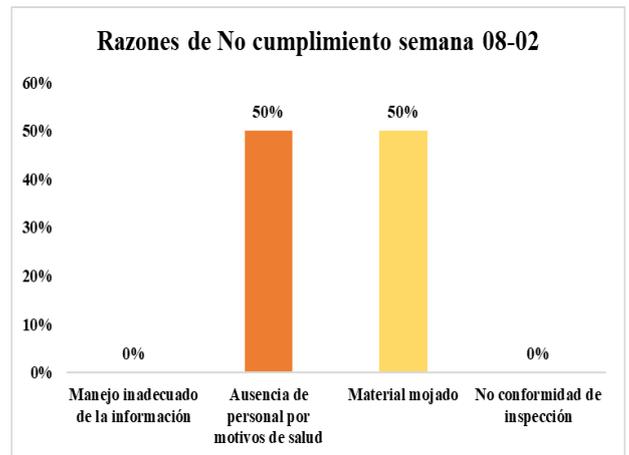
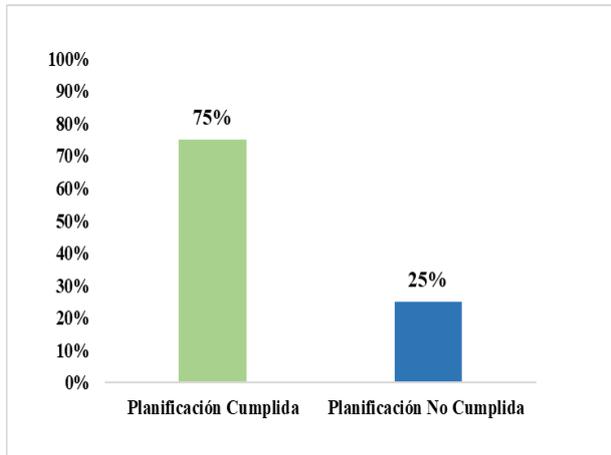


Figura 29 Cumplimiento de la planificación del sistema de conducción semana 08-02 (con implementación LC)

Fuente: Elaboración propia

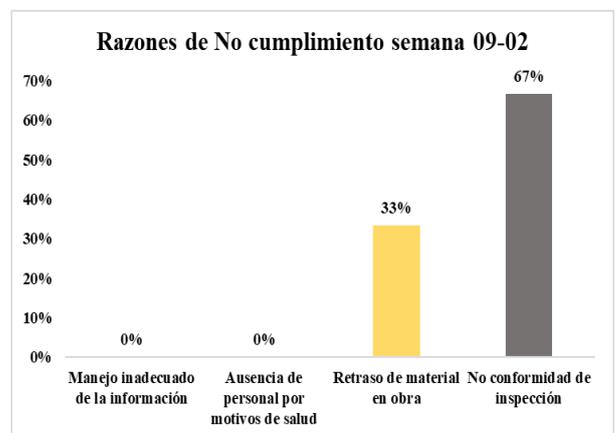
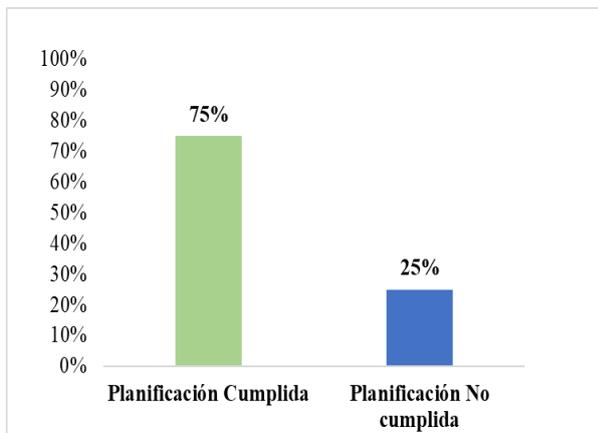


Figura 30 Cumplimiento de la planificación del sistema de conducción semana 09-02 (con implementación LC)

Fuente: Elaboración propia

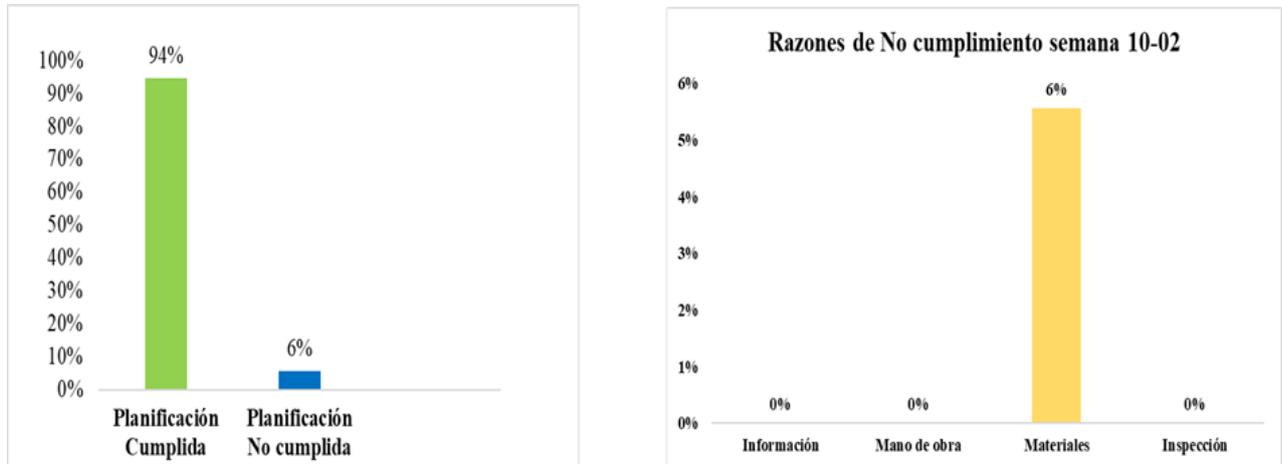


Figura 31 Cumplimiento de la planificación del sistema de conducción semana 10-02 (con implementación LC)

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Identificar los costos de Sistema de Conducción (con implementación LC)

Tabla 10

Costos con Lean Construction

Actividad	Costos ejecutados semana 7	Costos ejecutados semana 8	Costos ejecutados semana 9	Costos ejecutados semana 10
EXC. EN TERRENO NORMAL 0.80x0.50M A PULSO	S/ 14,717.75	S/ 14,717.75	S/ 14,717.75	S/ 12,870.46
Excavación del Terreno	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 6,435.23
Perfilado	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 6,435.23
CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.10x0.50M	S/ 5,197.86	S/ 5,197.86	S/ 5,197.86	S/ 866.31
Preparado y Zarandeo de Material Propio	S/ 1,732.62	S/ 1,732.62	S/ 1,732.62	S/ 288.77
Colocación de Material Zarandeado	S/ 1,732.62	S/ 1,732.62	S/ 1,732.62	S/ 288.77
Apisonado de Material Zarandeado	S/ 1,732.62	S/ 1,732.62	S/ 1,732.62	S/ 288.77
RELL. COMPAC. ZANJA CON MAT. PROP. ZARAND. 0.30x0.50M	S/ 0.00	S/ 30,599.28	S/ 30,599.28	S/ 10,200.00
RELL. COMPAC. ZANJA CON MAT. PROP. SELECC. 0.40x0.50M	S/ 0.00	S/ 13,926.30	S/ 21,068.36	S/ 21,068.36
ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 59.97	S/ 359.79
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 43,396.19	S/ 43,453.13
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=3"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 432.38	S/ 216.19
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=2"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 42,963.82	S/ 26,672.00
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 15,264.38
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=1"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,300.56
SUM. E INST. DE ACCESORIOS	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 868.53
SUM. E INST. DE ACCESORIOS PVC SP EN L. DE CONDUCCIÓN	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 868.53
	S/ 19,915.62	S/ 64,441.20	S/ 115,039.42	S/ 89,686.58

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Evaluar la calidad del Sistema de Conducción (con implementación LC)

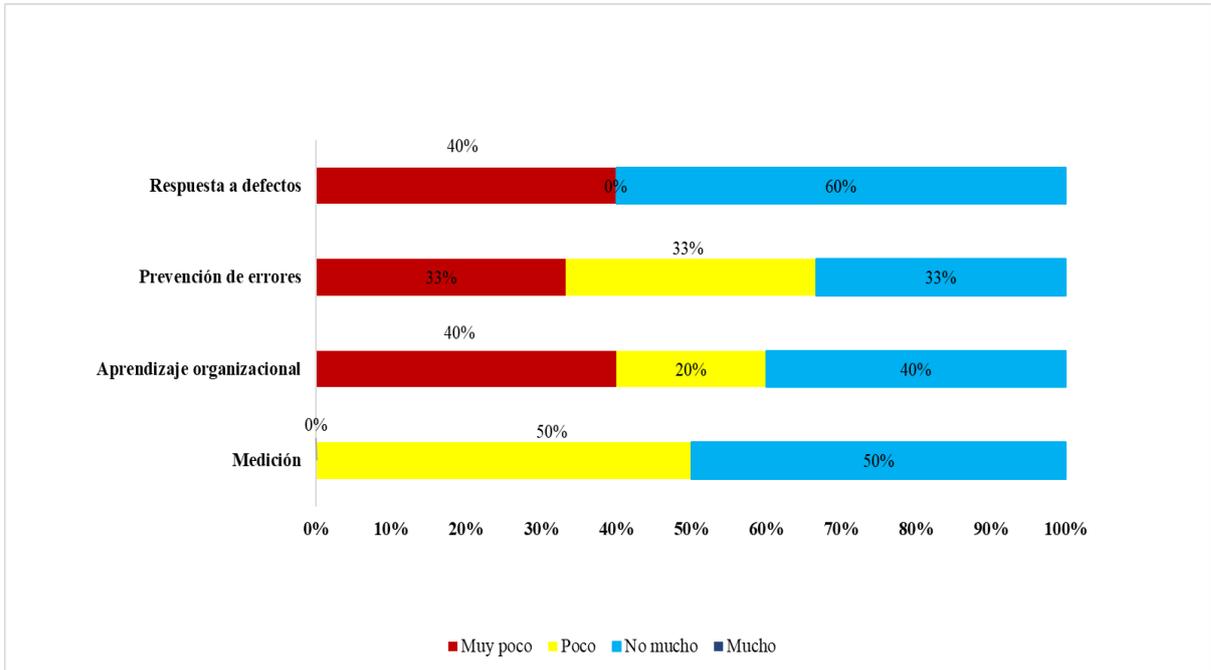


Figura 32 Calidad del Sistema de Conducción semana 08-02 (con implementación LC)

Fuente: Elaboración propia

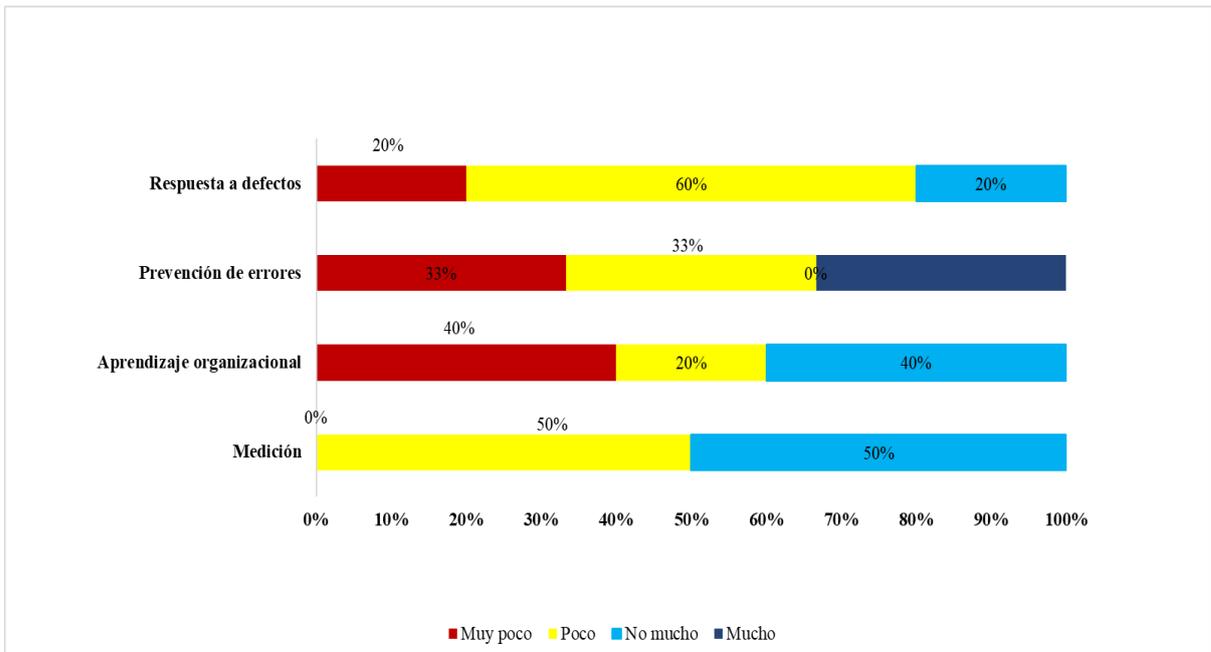


Figura 33 Calidad del Sistema de Conducción semana 09-02 (con implementación LC)

Fuente: Elaboración propia

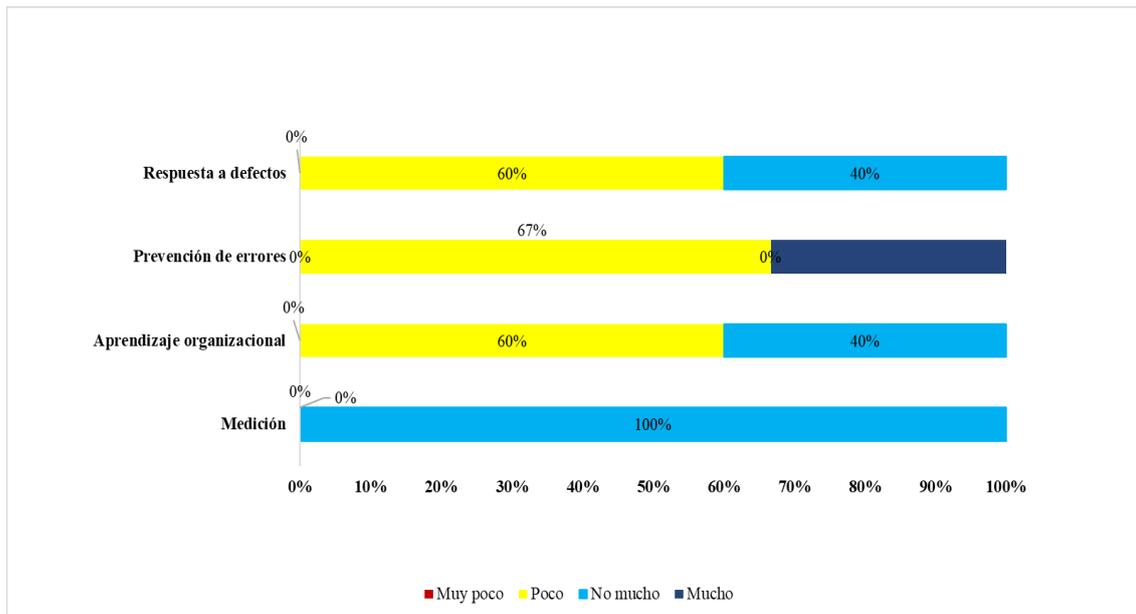


Figura 34 Calidad del Sistema de Conducción semana 10-02 (con implementación LC)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Plazos de la ejecución de la partida sistemas de conducción

En los plazos de ejecución se alcanzó una mejora promedio de 9% para las actividades de los movimientos de tierra y de 13% en las actividades de instalación de tuberías, como se aprecia en la figura 35 y se desglosa en la tabla 11 y figura 36.

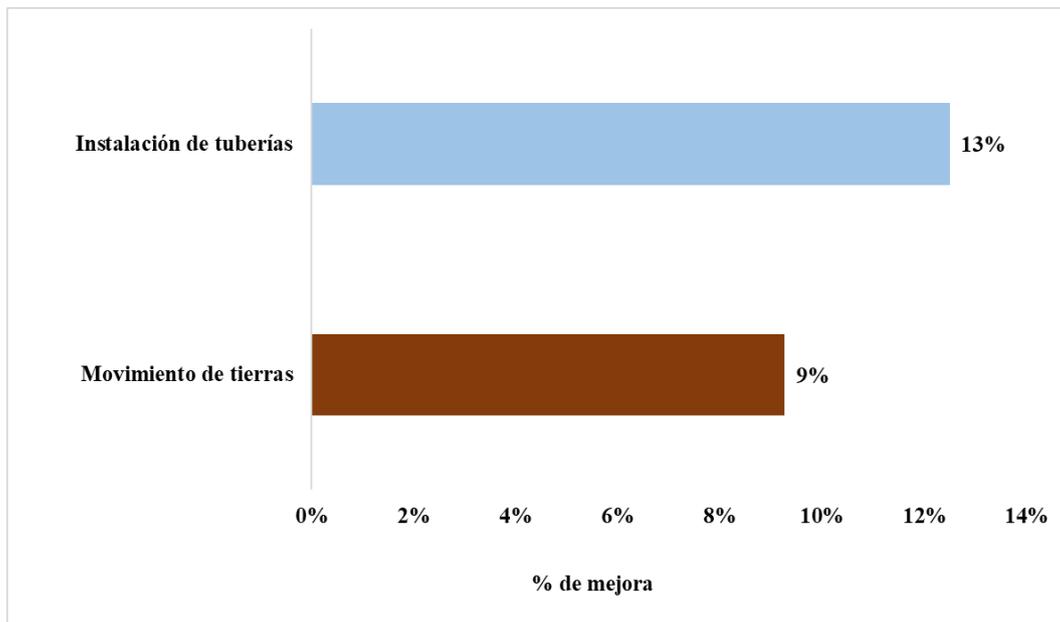


Figura 35 Mejora de los plazos de entrega con LC

Fuente: Elaboración propia

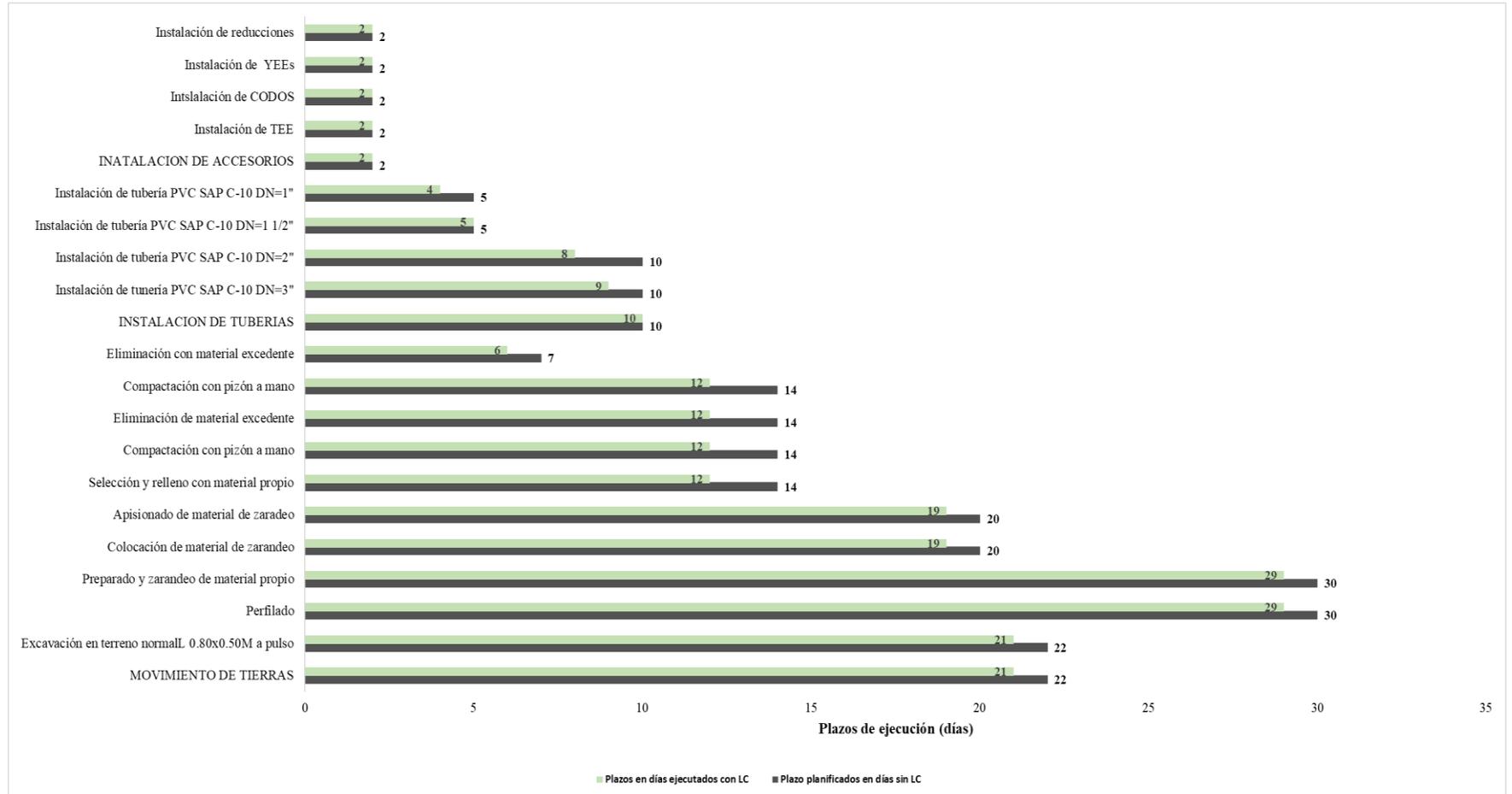
Tabla 11

Comparación de plazos de ejecución de la partida sistema de conducción

Actividad	Plazos planificados en días sin LC	Plazos ejecutados en días con LC	Mejora (días)
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	22	21	1
Excavación en terreno normal 0.80x0.50M a pulso	22	21	1
Perfilado	20	19	1
Preparado y zarandeo de material propio	20	19	1
Colocación de material de zarandeo	20	19	1
Apisonado de material de zarandeo	20	19	1
Selección y relleno con material propio	14	12	2
Compactación con pisón a mano	14	12	2
Eliminación de material excedente	14	12	2
Compactación con pisón a mano	14	12	2
Eliminación con material excedente	7	6	1
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	10	10	0
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=3"	10	9	1
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=2"	10	8	2
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	5	5	0
Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1"	5	4	1
INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	2	2	0
Instalación de TEE	2	2	0
Instalación de CODOS	2	2	0
Instalación de YEEs	2	2	0
Instalación de reducciones	2	2	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 36 Comparación de plazos de ejecución de la partida sistema de conducción



Fuente: Elaboración propia

4.2. Costos de ejecución de la partida sistemas de conducción

En los costos de ejecución se alcanzó una mejora promedio semanal de 9% y % 1 para las actividades de los movimientos de tierra y de 2% en las actividades de instalación de tuberías, como se aprecia en la figura 37 y se desglosa en las tablas 12 y 13.

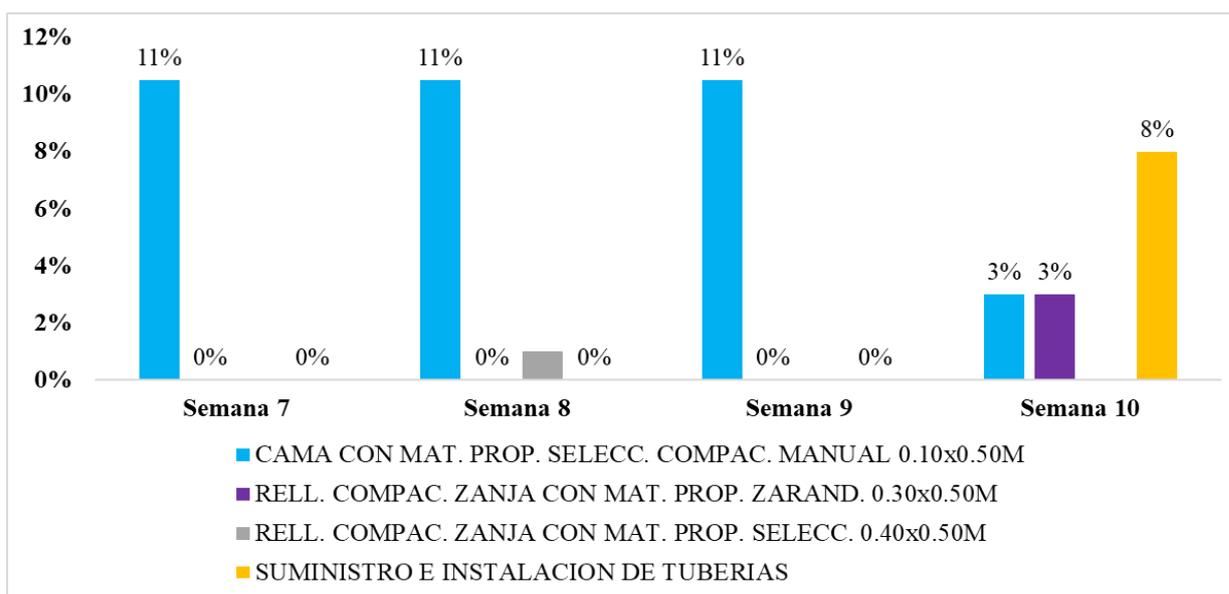


Figura 37 Mejora de los costos de ejecución con LC

Tabla 12

Mejora de los costos de ejecución con LC

Actividad	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Mejora
MOVIMIENTOS DE TIERRA					
CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.10x0.50M	11%	11%	11%	3%	9%
RELL. COMPAC. ZANJA CON MAT. PROP. ZARAND. 0.30x0.50M	0%	0%	0%	3%	1%
RELL. COMPAC. ZANJA CON MAT. PROP. SELECC. 0.40x0.50M	0%	1%	0%	0%	0%
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	0%	0%	0%	8%	2%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Comparación de los costos de ejecución de la partida sistema de conducción

Actividad	Semana 7			Semana 8			Semana 9			Semana 10		
	Costos planificados	Costos ejecutados	Diferencia de costos semana 7	Costos planificados	Costos ejecutados	Diferencia de costos semana 8	Costos planificados	Costos ejecutados	Diferencia de costos semana 9	Costos planificados	Costos ejecutados	Diferencia de costos semana 10
EXC. EN TERRENO NORMAL 0.80x0.50M A PULSO	S/ 14,717.75	S/ 14,717.75	S/ 0.00	S/ 14,717.75	S/ 14,717.75	S/ 0.00	S/ 14,717.75	S/ 14,717.75	S/ 0.00	S/ 14,717.75	S/ 12,870.46	S/ 1,847.29
Excavación del Terreno	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 0.00	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 0.00	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 0.00	S/ 7,358.88	S/ 6,435.23	S/ 923.65
Perfilado	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 0.00	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 0.00	S/ 7,358.88	S/ 7,358.88	S/ 0.00	S/ 7,358.88	S/ 6,435.23	S/ 923.65
CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.10x0.50M	S/ 5,809.20	S/ 5,197.86	S/ 611.34	S/ 5,809.20	S/ 5,197.86	S/ 611.34	S/ 5,809.20	S/ 5,197.86	S/ 611.34	S/ 896.00	S/ 866.31	S/ 29.69
Preparado y Zarandeo de Material Propio	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 298.67	S/ 288.77	S/ 9.90
Colocación de Material Zarandeado	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 298.67	S/ 288.77	S/ 9.90
Apisonado de Material Zarandeado	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 1,936.40	S/ 1,732.62	S/ 203.78	S/ 298.67	S/ 288.77	S/ 9.90
RELL. COMPAC. ZANJA CON MAT. PROP. ZARAND. 0.30x0.50M	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 30,599.28	S/ 30,599.28	S/ 0.00	S/ 30,599.28	S/ 30,599.28	S/ 0.00	S/ 10,560.00	S/ 10,200.00	S/ 360.00
RELL. COMPAC. ZANJA CON MAT. PROP. SELECC. 0.40x0.50M	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 14,045.57	S/ 13,926.30	S/ 119.27	S/ 21,068.36	S/ 21,068.36	S/ 0.00	S/ 21,068.36	S/ 21,068.36	S/ 0.00
ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 59.97	S/ 59.97	S/ 0.00	S/ 359.79	S/ 359.79	S/ 0.00
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 43,396.19	S/ 43,396.19	S/ 0.00	S/ 47,019.75	S/ 43,453.13	S/ 3,566.62
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=3"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 432.38	S/ 432.38	S/ 0.00	S/ 432.38	S/ 216.19	S/ 216.19
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=2"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 42,963.82	S/ 42,963.82	S/ 0.00	S/ 28,642.54	S/ 26,672.00	S/ 1,970.54
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 16,319.13	S/ 15,264.38	S/ 1,054.75
SUM. E INST. DE TUBERÍAS PVC SAP C-10 DN=1"	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,625.70	S/ 1,300.56	S/ 325.14
SUM. E INST. DE ACCESORIOS	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 868.53	S/ 868.53	S/ 0.00
SUM. E INST. DE ACCESORIOS PVC SP EN L. DE CONDUCCIÓN	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 868.53	S/ 868.53	S/ 0.00
	S/ 20,526.95	S/ 19,915.62	S/ 611.34	S/ 65,171.81	S/ 64,441.20	S/ 730.61	S/ 115,650.76	S/ 115,039.42	S/ 611.34	S/ 95,490.19	S/ 89,686.58	S/ 5,803.61

Fuente: Elaboración propia

4.3. Calidad de ejecución de la partida sistemas de conducción

En la calidad de ejecución se alcanzó una mejora para los cinco sub principios evaluados, encontrándose que estos, pasaron de una alta ocurrencia en los rangos Muy poco y Poco sin LC, a observarse con mayor énfasis en los niveles Poco y No mucho, tal como se aprecia en la tabla figura 38 y se desglosa en la tabla 14.

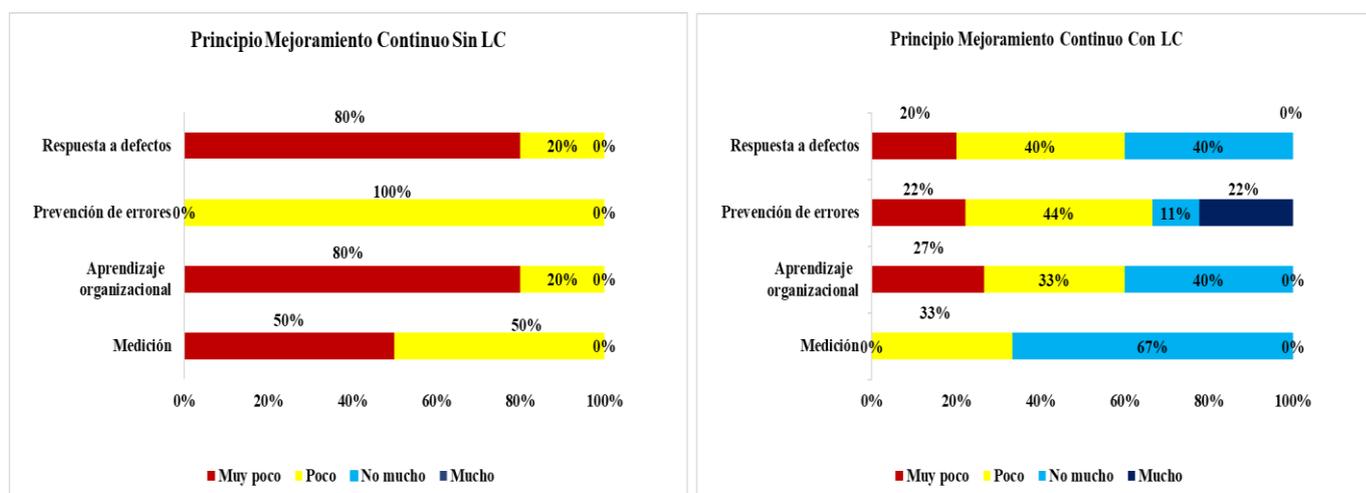


Figura 38 Comparación de la medición de la calidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Medición de la calidad con LC

	Muy poco		Poco		No mucho		Mucho	
	Sin LC	Con LC	Sin LC	Con LC	Sin LC	Con LC	Sin LC	Con LC
Medición	50%	0%	50%	33%	0%	67%	0%	0%
Aprendizaje organizacional	80%	27%	20%	33%	0%	40%	0%	0%
Prevención de errores	0%	22%	100%	44%	0%	11%	0%	22%
Respuesta a defectos	80%	20%	20%	40%	0%	40%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El trabajo desarrollado se planteó como objetivo determinar de qué manera el Lean Construction influye en la gestión de la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, distrito Anta, Región Cusco – 2022, concluyendo en base a los objetivos propuestos lo siguiente:

- Se ha determinado que al aplicarse las herramientas de LC estas influyen de forma positiva en los plazos de ejecución de la obra en estudio, al obtener la disminución en un 9% para la actividad de movimientos de tierra y 13% en las actividades de instalación de tuberías tal y como se aprecia en la figura 35 y la tabla 11, de esta manera se logró disminuir el plazo de entrega de obra en general en un 5%
- De la evaluación realizada al aplicarse las herramientas de LC estas influyen de forma positiva en los costos de ejecución de la obra en estudio, al obtener un ahorro en los costos de 9% y % 1 para las actividades de movimientos de tierra y 2% en las actividades de instalación de tuberías tal y como se aprecia en la figura 37 y tabla 12, de esta manera se alcanzó un ahorro en los costos de ejecución en general de un 4%.
- Dela verificación realizada al aplicarse las herramientas de LC estas influyen de forma positiva en la calidad de ejecución de la obra en estudio, al obtenerse una mejora para los cuatro sub principios evaluados, pasando los mismos de una alta ocurrencia en los rangos Muy poco y Poco a una mayor concurrencia para los rangos Poco y No mucho, tal y como se aprecia en la figura 38 y la tabla 14, de esta manera se alcanzó una mejora de la calidad de ejecución de la obra en general de un 50%.
- Finalmente se determinó que la implementación de Lean Construction influye de manera positiva en la gestión de la ejecución de la obra estudiada. al alcanzar mejoras

en los plazos de entrega, los costos de ejecución y la calidad de ejecución de la obra, cumpliéndose lo especificado por los teóricos que señalan que la implementación de Lean Construction permite la optimización de los procesos constructivos partiendo de la creación de buenos sistemas de producción basados en la reducción de desperdicios.

5.2. Recomendaciones

- Es importante que la empresa continúe aplicando las herramientas LC en aquellas partidas críticas de las diferentes obras que lleva en curso, a fin de crear una filosofía empresarial de mejora continua de los procesos constructivos que desarrolla a fin de minimizar los plazos de entrega y costos de ejecución y maximizar la calidad de la ejecución de las obras.
- Se recomienda realizar un plan de capacitación a todo el personal que realiza actividades en campo respecto a las herramientas de LC, con el propósito de contar con personal capacitado en la implementación de esta metodología de mejora continua.
- Se sugiere mantener indicadores relacionados a plazos de entrega, costos de ejecución y calidad de ejecución de obra con el propósito de contar con información precisa de los logros y mejoras alcanzadas en las diferentes partidas y obras que se encuentren en ejecución.

REFERENCIAS

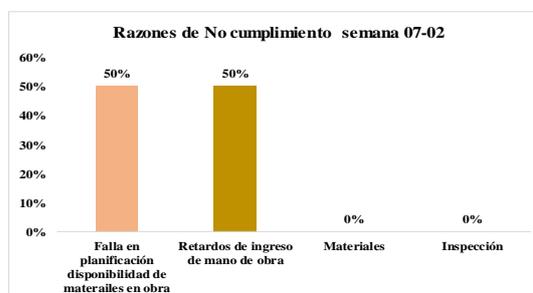
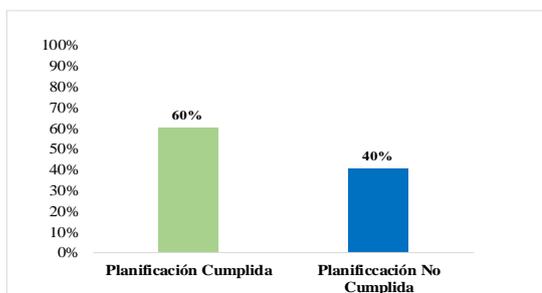
- Alarcon, L., Salvatierra, J., Donaire, N., & Galleguillos, M. (2017). (PDF) *Lean Construction: Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción*. 1-80.
https://www.researchgate.net/publication/318217002_Lean_Construction_Manual_Practico_de_Herramientas_de_Mejoramiento_de_Construccion?enrichId=rgreq-a948ff8a6290c12eb41ad2098001ff43-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxODIxNzAwMjtBUzo1MTI5MTU2MjkyNDZMjFAMTQ5OTMwMDAyMzI4MQ%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf
- Alván Silva, C. (2015, julio 22). Hacia una gestión por resultados en el proceso de compras públicas en el Perú. *VIII Congreso Latinoamericano de Ciencia Política*.
- Aquipucho Lupo, L. (2015). *Control interno y su influencia en los procesos de adquisiciones y contrataciones de la municipalidad distrital Carmen de la Legua Reynoso—Callao periodo: 2010-2012* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4247>
- Bartolon, J. (2022). *Filosofía Lean Construction y su impacto en la implementación en el desarrollo de proyectos de edificación* [Tesis de Maestría, Universidad nacional Autónoma de México].
https://ru.dgb.unam.mx/jspui/handle/DGB_UNAM/TES01000800685
- Chiarini, A. (2014). Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: An empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 85, 226-233.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.080>

- Diekmann, J., Krewedl, M., Balonick, J., Stewart, T., & Wonis, S. (2004). Application of lean manufacturing principles to construction. *Research Gate*, 111-191. https://www.researchgate.net/publication/305443906_Application_of_lean_manufacturing_principles_to_construction
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. *Research Gate*. https://www.researchgate.net/publication/243781224_Application_of_the_New_Production_Philosophy_to_Construction
- Lean Construction Institute. (2021). *LCI Intermediate Last Planner System*.
- Mejía Farfán, W. (2016). *Influencia de la ejecución de los procesos de contratación de bienes y servicios en el cumplimiento de metas presupuestarias de la Municipalidad distrital de Santa Rosa, periodos 2013—2014* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2993>
- Orihuela, P., & Ulloa, K. (2011). *La planificación de las obras y el sistema Last Planner*. Corporación Aceros Arequipa. <https://www.acerosarequipa.com/constructoras/boletin-construccion-integral/edicion-12/productividad.html>
- Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción. *Avances: Investigacion en Ingeniería*, 11(1), 32-53.
- Rojas, M., Henao, M., & Valencia, M. (2017). Lean construction LC bajo pensamiento Lean*. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115-128.

ANEXOS

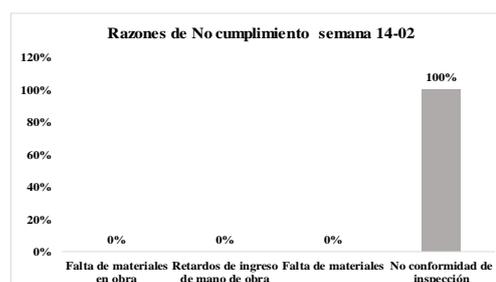
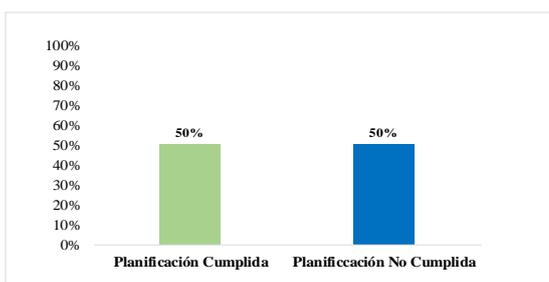
ANEXO N° 1. Medición de los plazos de ejecución semana 07-02

MEDICIÓN DE LA PLANIFICACIÓN							
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022							
Etapa: PRE MEJORA				Período: Febrero 2022		Elaborado por: Lito Espinoza	
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)				Semana: Del 07 al 12 de febrero			
It	Descripción de actividades	PC	PNC	RNC			
				Falla en planificación disponibilidad	Retardos de ingreso de mano de obra	Materiales	Inspección
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
1	EXC. EN TERRENO NORMAL 0.80x0.50M A PULSO						
1.1	Excavacion del Terreno	X					
1.2	Perfilado	X					
2	CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.10x0.50M						
2.1	Preparado y Zarandeo de Material Propio		X	X			
2.2	Colocacion de Material Zarandeado	X					
2.3	Apisonado de Material Zarandeado		X		X		
5	TOTAL	60%	40%	50%	50%	0%	0%
PC: PLANIFICACIÓN CUMPLIDA PNC: PLANIFICACIÓN NO CUMPLIDA RNC: RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO							
DETALLES DE RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO							
Act.	Descripción	Act.	Descripción				
2.1	Falta de herramientas de trabajo para la excavación manual y condiciones de trabajo inseguras						
2.3	Retardos en el ingreso de personal por no planificación oportuna en la inducción						



ANEXO N° 2. Medición de los plazos de ejecución semana 14-02 (Sin LC)

MEDICIÓN DE LA PLANIFICACIÓN							
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022							
Etapa: PRE MEJORA				Período: Febrero 2022		Elaborado por: Lito Espinoza	
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)				Semana: Del 14 al 19 de febrero			
It	Descripción de actividades	PC	PNC	RNC			
				Falta de materiales en obra	Retardos de ingreso de mano de obra	Falta de materiales	No conformidad de inspección
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
2	CAMA CON MAT. PROP. SELECC. COMPAC. MANUAL 0.30x0.50M						
2.1	Selección y relleno con materia propia (caa 0.20 cm)		X				X
2.2	Compactación con pizón de mano		X				X
2.3	Relleno co material propio (0.20 cm)	X					
	Compactación con pizón de mano	X					
4	TOTAL	50%	50%	0%	0%	0%	100%
PC: PLANIFICACIÓN CUMPLIDA PNC: PLANIFICACIÓN NO CUMPLIDA RNC: RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO							
DETALLES DE RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO							
Act.	Descripción	Act.	Descripción				
2.1	No conformidad en la inspección						
2.3	No conformidad en la inspección						

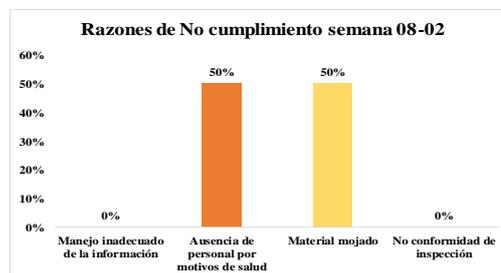
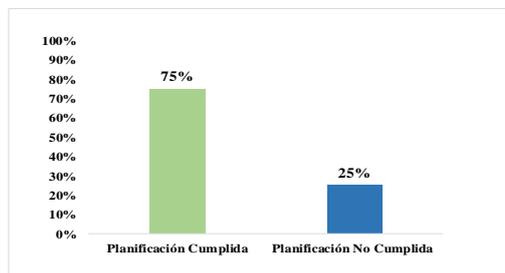


ANEXO N° 3. Cuestionario de evaluación de la calidad del proceso constructivo sistemas de conducción (Sin LC)

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD				
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022				
Etapa: PRE MEJORA		Período: Julio 2022		Elaborado por: Lito Espinoza
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360,46M)			Semana:	
PRINCIPIO 3 PROPUESTO POR Diekmann et al (2004): MEJORAMIENTO CONTINUO / CALIDAD				
SUB PRINCIPIO: MEDICIÓN				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
1. ¿El proceso constructivo sistema de conducción mide los resultados (avance de proyecto, costos, tiempo de ejecución) de				
	0			
2. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de los KPI (key performance indicator) para medir desempeños?				
		1		
SUB PRINCIPIO: APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
3. ¿El concepto de mejora continua se aplica en el proceso constructivo sistema de conducción?				
	0			
4. ¿Existe participación de los obreros en buscar mejorar el proceso constructivo del sistema de conducción?				
	0			
5. ¿Las inconformidades detectadas son tratadas con importancia por el personal responsable del proceso constructivo sistema de conducción				
		1		
6. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de benchmark?				
	0			
7. ¿Utilizan la herramienta de diagrama de Pareto para conocer las causas de los problemas más frecuentes?				
	0			
SUB PRINCIPIO: PREVENCIÓN DE ERRORES				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
8. Cuando hay algo importante que la empresa deba comunicar, ¿todos los trabajadores son informados?				
		1		
9. ¿Existe un control sobre la planificación?				
		1		
10. ¿La empresa cuenta con una base de datos relativa a los problemas frecuentes en cada fase del proyecto?				
		1		
SUB PRINCIPIO: RESPUESTA A DEFECTOS				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
11. ¿En el proceso constructivo sistema de conducción se detecta la causa raíz de los defectos, se analizan y se proponen mejoras?				
		1		
12. ¿Existen auditorías internas para ver si son efectivas las mejoras?				
	0			
13. ¿Los resultados son mostrados en reunión, con indicadores y se explica?				
	0			
14. ¿El proceso constructivo sistema de conducción cuenta con procedimientos para dar soluciones eficaces a los problemas que				
	0			
15. ¿Utilizan la herramienta de PDCA (Plan-Do-Check-Act) cuando hay un problema puntual o recurrente?				
	0			
	Muy poco	Poco	No mucho	Mucho
Medición	50%	50%	0%	0%
Aprendizaje organizacional	80%	20%	0%	0%
Prevención de errores	0%	100%	0%	0%
Respuesta a defectos	80%	20%	0%	0%

ANEXO N° 5. Medición de los plazos de ejecución (con LC)

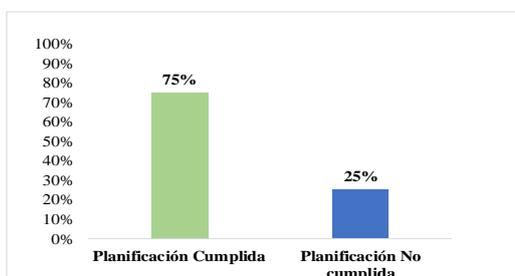
MEDICIÓN DE LA PLANIFICACIÓN							
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022							
Etapa: POST MEJORA				Período: Febrero 2022		Elaborado por: Lito Espinoza	
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)				Semana: Del 28 febrero al 2 de marzo			
It	Descripción de actividades	PC	PNC	RNC			
				Manejo inadecuado de la información	Ausencia de personal por motivos de salud	Material mojado	No conformidad de inspección
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.2.1	Excavación en terreno normalL 0.80x0.50M a pulso	X					
1.2.2	Perfilado	X					
1.2.3	Preparado y zarandeo de material propio	X					
1.2.4	Colocación de material de zarandeo	X					
1.2.5	Apisonado de material de zarandeo		X			X	
1.2.6	Selección y relleno con material propio	X					
1.2.7	Compactación con pizón a mano	X					
1.2.8	Eliminación de material excedente		X		X		
8	TOTAL	75%	25%	0%	50%	50%	0%
PC: PLANIFICACIÓN CUMPLIDA							
PNC: PLANIFICACIÓN NO CUMPLIDA							
RNC: RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO							
DETALLES DE RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO							
Act.	Descripción	Act.	Descripción				
1.2.5	Material mojado por llovizma del día anterior						
1.2.8	No se completó el vance esperado debido a que faltó un peón por motivos de salud						



MEDICIÓN DE LA PLANIFICACIÓN							
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022							
Etapa: POST MEJORA				Período: Marzo 2022		Elaborado por: Lito Espinoza	
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)				Semana: Del 4 al 9 de marzo			
It	Descripción de actividades	PC	PNC	RNC			
				Manejo inadecuado de la información	Ausencia de personal por motivos de salud	Retraso de material en obra	No conformidad de inspección
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.2.1.	Excavación en terreno normalL 0.80x0.50M a pulso	X					
1.2.2	Perfilado	X					
1.2.3	Preparado y zarandeo de material propio	X					
1.2.4	Colocación de material de zarandeo	X					
1.2.5	Apisionado de material de zarandeo	X					
1.2.6	Selección y relleno con material propio		X				X
1.2.7	Compactación con pizón a mano		X				X
1.2.8	Eliminación de material excedente	X					
1.3	INSTALACION DE TUBERIAS						
1.3.1	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=3"		X			X	
1.3.2	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=2"	X					
1.3.4	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	X					
1.3.4	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1"	X					
12	TOTAL	75%	25%	0%	0%	33%	67%

PC: PLANIFICACIÓN CUMPLIDA
PNC: PLANIFICACIÓN NO CUMPLIDA
RNC: RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO

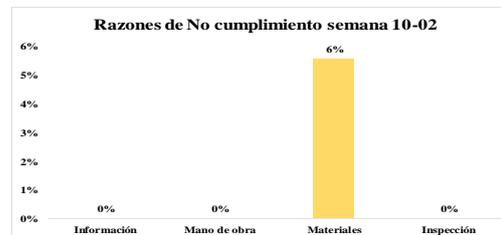
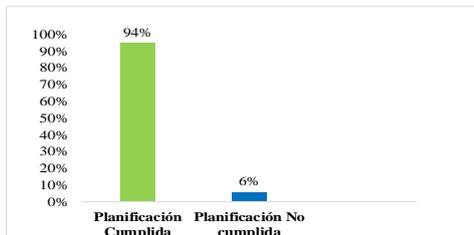
DETALLES DE RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO			
Act.	Descripción	Act.	Descripción
1.1	Inspección no liberó material de relleno por diferencias		



MEDICIÓN DE LA PLANIFICACIÓN							
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022							
Etapa: POST MEJORA				Período: Marzo 2022		Elaborado por: Lito Espinoza	
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)				Semana: Del 11 al 16 de marzo			
It	Descripción de actividades	PC	PNC	RNC			
				Manejo inadecuado de la información	Ausencia de personal por motivos de salud	Retraso de material en obra	No conformidad de inspección
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.2.1.	Excavación en terreno normal 0.80x0.50M a pulso	X					
1.2.2	Perfilado	X					
1.2.3	Preparado y zarandeo de material propio	X					
1.2.4	Colocación de material de zarandeo	X					
1.2.5	Apisionado de material de zarandeo	X					
1.2.6	Selección y relleno con material propio	X					
1.2.7	Compactación con pizón a mano	X					
1.2.8	Eliminación de material excedente	X					
1.2.9	Compactación con pizón a mano	X					
1.2.10	Eliminación con material excedente	X					
1.3	INSTALACION DE TUBERIAS						
1.3.1	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=3"		X			X	
1.3.2	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=2"	X					
1.3.4	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1 1/2"	X					
1.3.4	Instalación de tubería PVC SAP C-10 DN=1"	X					
1.4	INATALACION DE ACCESORIOS						
1.4.1	Instalación de TEE	X					
1.4.2	Intslación de CODOS	X					
1.4.3	Instalación de YEEs	X					
1.4.4	Instalación de reducciones	X					
18	TOTAL	94%	6%	0%	0%	6%	0%

PC: PLANIFICACIÓN CUMPLIDA
PNC: PLANIFICACIÓN NO CUMPLIDA
RNC: RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO

DETALLES DE RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO			
Act.	Descripción	Act.	Descripción
1.3.1	Retraso de material en obra		



ANEXO N° 6. Cuestionario de evaluación de la calidad del proceso constructivo sistemas de conducción (con LC)

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD				
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022				
Etapa: MEJORA		Período: Febrero 2022		Elaborado por: Lito Espinoza
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)			Semana: Del 28 febrero al 2 de marzo	
PRINCIPIO 3 PROPUESTO POR Diekmann et al (2004): MEJORAMIENTO CONTINUO / CALIDAD				
SUB PRINCIPIO: MEDICIÓN				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
1. ¿El proceso constructivo sistema de conducción mide los resultados (avance de proyecto, costos, tiempo de ejecución) de utilizar las herramientas Lean en sus proyectos?				
			2	
2. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de los KPI (key perfomance indicator) para medir desempeños?				
		1		
SUB PRINCIPIO: APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
3. ¿El concepto de mejora continua se aplica en el proceso constructivo sistema de conducción?				
			2	
4. ¿Existe participación de los obreros en buscar mejorar el proceso constructivo del sistema de conducción?				
	0			
5. ¿Las inconformidades detectadas son tratadas con importancia por el personal responsable del proceso constructivo sistema de conducción?				
			2	
6. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de benchmark?				
	0			
7. ¿Utilizan la herramienta de diagrama de pareto para conocer las causas de los problemas más frecuentes?				
		1		
SUB PRINCIPIO: PREVENCIÓN DE ERRORES				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
8. Cuando hay algo importante que la empresa deba comunicar, ¿todos los trabajadores son informados?				
		1		
9. ¿Existe un control sobre la planificación?				
			2	
10. ¿La empresa cuenta con una base de datos relativa a los problemas frecuentes en cada fase del proyecto?				
	0			
SUB PRINCIPIO: RESPUESTA A DEFECTOS				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
11. ¿En el proceso constructivo sistema de conducción se detecta la causa raíz de los defectos, se analizan y se proponen mejoras?				
			2	
12. ¿Existen auditorías internas para ver si son efectivas las mejoras?				
			2	
13. ¿Los resultados son mostrados en reunión, con indicadores y se explica?				
			2	
14. ¿El proceso constructivo sistema de conducción cuenta con procedimientos para dar soluciones eficaces a los problemas que podrían presentarse en un futuro?				
	0			
15. ¿Utilizan la herramienta de PDCA (Plan-Do-Check-Act) cuando hay un problema puntual o recurrente?				
	0			
	Muy poco	Poco	No mucho	Mucho
Medición	0%	50%	50%	0%
Aprendizaje organizacional	40%	20%	40%	0%
Prevención de errores	33%	33%	33%	0%
Respuesta a defectos	40%	0%	60%	0%

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD				
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022				
Etapa: MEJORA		Período: Marzo 2022		Elaborado por: Lito Espinoza
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)			Semana: Del 4 al 9 de marzo	
PRINCIPIO 3 PROPUESTO POR Diekmann et al (2004): MEJORAMIENTO CONTINUO / CALIDAD				
SUB PRINCIPIO: MEDICIÓN				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
1. ¿El proceso constructivo sistema de conducción mide los resultados (avance de proyecto, costos, tiempo de ejecución) de utilizar las herramientas Lean en sus proyectos?			2	
2. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de los KPI (key performance indicator) para medir desempeños?		1		
SUB PRINCIPIO: APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
3. ¿El concepto de mejora continua se aplica en el proceso constructivo sistema de conducción?			2	
4. ¿Existe participación de los obreros en buscar mejorar el proceso constructivo del sistema de conducción?	0			
5. ¿Las inconformidades detectadas son tratadas con importancia por el personal responsable del proceso constructivo sistema de conducción?			2	
6. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de benchmark?	0			
7. ¿Utilizan la herramienta de diagrama de pareto para conocer las causas de los problemas más frecuentes?		1		
SUB PRINCIPIO: PREVENCIÓN DE ERRORES				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
8. Cuando hay algo importante que la empresa deba comunicar, ¿todos los trabajadores son informados?	0			
9. ¿Existe un control sobre la planificación?				3
10. ¿La empresa cuenta con una base de datos relativa a los problemas frecuentes en cada fase del proyecto?		1		
SUB PRINCIPIO: RESPUESTA A DEFECTOS				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
11. ¿En el proceso constructivo sistema de conducción se detecta la causa raíz de los defectos, se analizan y se proponen mejoras?			2	
12. ¿Existen auditorías internas para ver si son efectivas las mejoras?		1		
13. ¿Los resultados son mostrados en reunión, con indicadores y se explica?		1		
14. ¿El proceso constructivo sistema de conducción cuenta con procedimientos para dar soluciones eficaces a los problemas que podrían presentarse en un futuro?	0			
15. ¿Utilizan la herramienta de PDCA (Plan-Do-Check-Act) cuando hay un problema puntual o recurrente?		1		
	Muy poco	Poco	No mucho	Mucho
Medición	0%	50%	50%	0%
Aprendizaje organizacional	40%	20%	40%	0%
Prevención de errores	33%	33%	0%	33%
Respuesta a defectos	20%	60%	20%	0%

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD				
Lean Construction en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento básico integral de la comunidad campesina Cconchacalla, Región Cusco - 2022				
Etapa: MEJORA		Período: Marzo 2022		Elaborado por: Lito Espinoza
Proceso constructivo: Línea de conducción (8,360.46M)			Semana: Del 11 al 16 de marzo	
PRINCIPIO 3 PROPUESTO POR Diekmann et al (2004): MEJORAMIENTO CONTINUO / CALIDAD				
SUB PRINCIPIO: MEDICIÓN				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
1. ¿El proceso constructivo sistema de conducción mide los resultados (avance de proyecto, costos, tiempo de ejecución) de utilizar las herramientas Lean en sus proyectos?				
			2	
2. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de los KPI (key performance indicator) para medir desempeños?				
			2	
SUB PRINCIPIO: APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
3. ¿El concepto de mejora continua se aplica en el proceso constructivo sistema de conducción?				
		1		
4. ¿Existe participación de los obreros en buscar mejorar el proceso constructivo del sistema de conducción?				
		1		
5. ¿Las inconformidades detectadas son tratadas con importancia por el personal responsable del proceso constructivo sistema de conducción?				
			2	
6. ¿El proceso constructivo sistema de conducción hace uso de benchmark?				
		1		
7. ¿Utilizan la herramienta de diagrama de pareto para conocer las causas de los problemas más frecuentes?				
			2	
SUB PRINCIPIO: PREVENCIÓN DE ERRORES				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
8. Cuando hay algo importante que la empresa deba comunicar, ¿todos los trabajadores son informados?				
		1		
9. ¿Existe un control sobre la planificación?				
				3
10. ¿La empresa cuenta con una base de datos relativa a los problemas frecuentes en cada fase del proyecto?				
		1		
SUB PRINCIPIO: RESPUESTA A DEFECTOS				
	POCO		MUCHO	
	0	1	2	3
11. ¿En el proceso constructivo sistema de conducción se detecta la causa raíz de los defectos, se analizan y se proponen mejoras?				
			2	
12. ¿Existen auditorías internas para ver si son efectivas las mejoras?				
		1		
13. ¿Los resultados son mostrados en reunión, con indicadores y se explica?				
		1		
14. ¿El proceso constructivo sistema de conducción cuenta con procedimientos para dar soluciones eficaces a los problemas que podrían presentarse en un futuro?				
		1		
15. ¿Utilizan la herramienta de PDCA (Plan-Do-Check-Act) cuando hay un problema puntual o recurrente?				
			2	
	Muy poco	Poco	No mucho	Mucho
Medición	0%	0%	100%	0%
Aprendizaje organizacional	0%	60%	40%	0%
Prevención de errores	0%	67%	0%	33%
Respuesta a defectos	0%	60%	40%	0%