

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROYECTO DE
AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN PLANICIE A 500KV,
LIMA 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Henry Edson Muñico Crespo

Asesor:

Mg. Johnny David Arrustico Loyola
<https://orcid.org/0000-0002-0105-580X>

Lima - Perú

DEDICATORIA

A mis padres, quienes siempre estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos, dándome fuerzas y aliento día tras día para seguir adelante y poder concluir con esta gran meta.

A mi hermano quien siempre estuvo acompañándome, brindándome esos ánimos y consejos para seguir encaminado en este gran logro.

Para nuestros profesores que gracias a ellos, a sus consejos, asesoría y a apoyo, lograron enriquecer este proyecto de tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor y profesores, personas con gran sabiduría quienes me ayudaron brindándome los conocimientos para llegar a esta etapa de mejora profesional. También agradecer a la empresa UNITELEC SAC, quienes me brindaron la oportunidad de realizar la implementación de este trabajo de suficiencia profesional, brindándome y facilitándome la información necesaria y para poder realizar con éxito este proyecto.

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.....	13
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	71
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Descripción general de la empresa UNITELEC.....	9
Tabla 2	Beneficios de los principios Lean	19
Tabla 3	Impacto de causas sobre el problema central.....	30
Tabla 4	Matriz de 5W	32
Tabla 5	Estrategias de desarrollo para aplicación de la mejora	35
Tabla 6	Evolución previa de la metodología Lean Construction.....	37
Tabla 7	Evolución previa de la productividad	38
Tabla 8	Lluvia de ideas	41
Tabla 9	Planificación de la aplicación mediante el Diagrama de Gantt	44
Tabla 10	Evolución global de la metodología Lean Construction.....	65
Tabla 11	Evolución global de la productividad	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del proyecto de la empresa UNITELEC	10
Figura 2	Organigrama de la empresa UNITELEC	10
Figura 3	Clientes corporativos de la empresa UNITELEC	12
Figura 4	Supervisión del montaje de la LT a 220kV. CACLIC	23
Figura 5	Tendido de conductores de línea de transmisión a 220kV. Caclic.....	24
Figura 6	Montaje de estructuras de la línea de transmisión a 220kV COYA.....	24
Figura 7	Reunión semanal del proyecto de la LT a 220kV MOPA.....	25
Figura 8	Ubicación geográfica de la subestación Planicie.	26
Figura 9	Supervisión del proyecto Ampliación de la subestación Planicie a 500kV	27
Figura 10	Diagrama de Ishikawa	28
Figura 11	Diagrama de Pareto de causas negativas para la productividad	31
Figura 12	Evolución previa de la metodología Lean Construction	37
Figura 13	Evolución previa del cumplimiento de costos.....	39
Figura 14	Evolución previa del cumplimiento de tiempo.....	40
Figura 15	Evolución previa de la productividad.....	40
Figura 16	VSM del proceso de construcción detallando la secuencia de actividades.....	43
Figura 17	Registro de capacitación.....	45
Figura 18	Programa de capacitación.....	46
Figura 19	Evidencia de capacitación	47
Figura 20	Elementos encontrados en la limpieza y orden	48
Figura 21	Formulario de control de limpieza central	49
Figura 22	Evidencia de orden y limpieza en la zona	50
Figura 23	Formato de gestión de controles visuales.....	51
Figura 24	Letreros de control visual para la obra	51
Figura 25	Letreros sobre cómo desarrollar trabajos	52
Figura 26	Evidencia de uso de controles visuales	53
Figura 27	Procedimiento escrito de trabajo	54
Figura 28	Formato de inspección de riesgos y peligros para obra.....	55
Figura 29	Formato de lista de acciones previas a la obra	56
Figura 30	Formato de control de EPP.....	57
Figura 31	Evidencia de uso de EPP	58

Figura 32	Formato de inspección planificada.....	59
Figura 33	Registro de auditorias.....	60
Figura 34	Formato de verificación de actividades críticas	61
Figura 35	Formato de permiso de trabajo en subestaciones	62
Figura 36	Cronograma de auditorias	63
Figura 37	Evidencia de supervisiones y controles en el trabajo	64
Figura 38	Evolución previa de la metodología Lean Construction	66
Figura 39	Evolución total de cumplimiento de costos.....	68
Figura 40	Evolución total de cumplimiento de tiempo.....	69
Figura 41	Evolución total de la productividad.....	70
Figura 42	Comparación del cumplimiento de costos.....	71
Figura 43	Comparación del cumplimiento de tiempo	71
Figura 44	Comparación de la productividad.....	72

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo incrementar la productividad del proyecto de ampliación de la subestación Planicie a 500kV, a partir de la metodología Lean Construction. Para ello, se eligieron herramientas de Lean que conllevaron involucrar al personal del área para la aplicación de métodos como 5S, Poka-Yoke y Andon. En el análisis realizado, en la parte de diagnóstico se determinaron los indicadores de costos y tiempo, evidenciando la baja productividad. Las causas de este problema fueron: la falta de una metodología de gestión de proyectos, no contar con indicadores de control, procesos no estandarizados, la falta de formatos de registro y control y el deficiente control y supervisión. El resultado principal fue el incremento de la productividad de 64.7% a 87.4% entre el periodo de setiembre del 2021 hasta agosto del 2022, asimismo, el cumplimiento de costos, pasó de 88.6% a 95.6% entre el periodo de setiembre del 2021 hasta agosto del 2022, mientras que, el cumplimiento de tiempo, se incrementó de 73.01% a 91.33% entre el periodo de setiembre del 2021 hasta agosto del 2022. Se concluye que, con la aplicación del Lean Construction se incrementó la productividad en el proyecto de ampliación de la subestación Planicie a 500 kV. Gracias también al cumplimiento de las fases de diagnóstico, aplicación, evaluación, así como a la participación y compromiso del equipo de colaboradores y gerencia a cargo.

Palabras clave: Lean Construction, productividad, costo, tiempo.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A fin de conocer la información más relevante de la empresa donde se aplicó mi trabajo de suficiencia profesional, se describe en la tabla 1, la información general de la empresa UNIÓN DE TÉCNICOS ELECTROMECAÑICOS S.A.C. (en adelante UNITELEC), se presenta a detalle la información:

Tabla 1

Descripción general de la empresa UNITELEC.

INFORMACIÓN GENERAL	
Razón Social:	Unión De Técnicos Electromecánicos S.A.C.
RUC:	20537471248
Fecha de Fundación:	17 de setiembre del 2010
Actividad Económica:	Principal: Actividades de arquitectura e ingeniería para la construcción y montaje de líneas de transmisión y subestaciones en las etapas. Secundaria: Fabricación de productos metálicos de uso estructural para obras civiles y obras electromecánicas.
Domicilio Fiscal:	Av. Guardia Civil Nro. 1321 Dpto. 903 – Surquillo- Lima
Contacto:	http://www.unitelec.com.pe/

En la figura 1, se indica la ubicación geográfica de la empresa UNITELEC.

Figura 1

Ubicación del proyecto de la empresa UNITELEC.

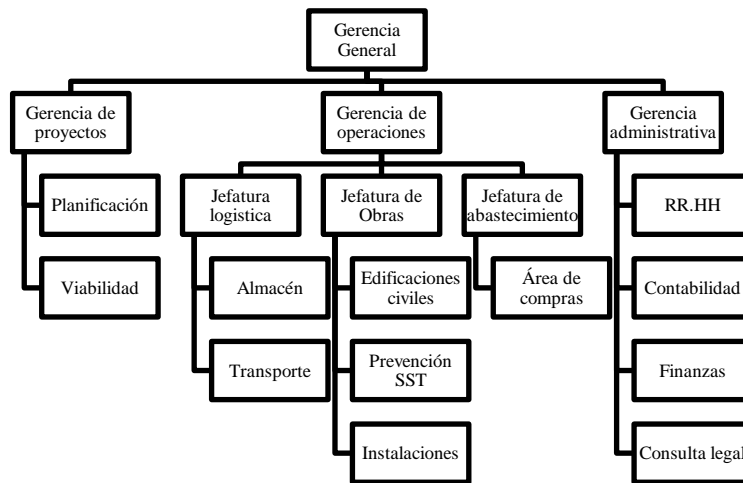


Fuente: Google Maps (2022).

En la figura 2, se indica el organigrama de la empresa UNITELEC.

Figura 2

Organigrama de la empresa UNITELEC.



La empresa UNITELEC, desde sus inicios en el año 2010, brinda los servicios de arquitectura, ingeniería para la construcción y montaje de líneas de transmisión y subestaciones a nivel nacional. Estas actividades se realizan tanto en las etapas de obras civiles y obras electromecánicas desde su diseño, construcción y operación de los sistemas eléctricos. Como actividad secundaria la empresa UNITELEC realiza la fabricación de productos metálicos diseñados para soporte de equipos, fabricación de pórticos de patio (500kV, 220kV, 138kV y 60kV) y otros de uso estructural.

La visión de la empresa UNITELEC, es ser un referente como empresa clave para la gestión y el desarrollo de la infraestructura eléctrica peruana, cumpliendo los más altos estándares exigidos por nuestros clientes y la normativa. Logrando que esta sea exitosa en el presupuesto, tiempo y alcance establecido.

La misión de la empresa UNITELEC, es ser una empresa que resuelve las necesidades de nuestros clientes, en cuanto a gerencia de proyectos, ingeniería, construcción, montaje electromecánico, puesta en servicio de SET, aplicando las mejores prácticas en beneficio de nuestros colaboradores, clientes y socios estratégicos; contribuyendo de esta manera al progreso de las comunidades involucradas, respetando siempre el medio ambiente.

Los valores de la empresa UNITELEC, son:

- Compromiso con los clientes y trabajadores.
- Innovación en procesos.
- Confianza y credibilidad de clientes.
- Excelencia en el trabajo.
- Transparencia en nuestras relaciones.
- Integridad y rectitud en nuestro actuar.
- Respeto por la comunidad y el medio ambiente.

En la trayectoria de la empresa UNITELEC, fue consolidando y fidelizando a sus clientes, empresas reconocidas tanto en el ámbito nacional como empresas internacionales.

En la figura 3, se indica alguno de los clientes corporativos más representativos de la empresa UNITELEC.

Figura 3

Cientes corporativos de la empresa UNITELEC.



Como parte de su crecimiento empresarial, ha establecido diversas relaciones comerciales, mencionando algunos de sus clientes más importantes, tales como: ABB, es una empresa de ingeniería global, con tecnologías para la electrificación. También, EDELSON, es una de las principales compañías de generación de electricidad en el Perú. Asimismo, SIEMENS, es una compañía reconocida a nivel mundial en el rubro eléctrico. A nivel nacional, ISA TRANSMANATARO, es la empresa líder en Perú en sistemas eléctricos de mediana y alta tensión. Destacan, de igual manera ENEL (anteriormente EDELNOR), es la empresa multinacional destacada en el rubro en el sector de energía y gas. Y, la compañía HVM INGENIEROS, que es una empresa de soluciones de ingeniería y tecnología.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En mi experiencia profesional dedicado al rubro de proyectos energéticos de mediana y alta tensión a nivel nacional desde el año 2005, vengo apreciando ciertas falencias en el desarrollo y ejecución de actividades constructivas, tanto en las etapas de obras civiles y obras electromecánicas, observándose de manera más significativa las pérdidas en el área de obras civiles. Estos factores tales como escasa experiencia y formación del personal, tiempo de espera elevados por falta de equipos, materiales o herramientas, dilatación de tiempos de espera debido a pasos anteriores de la obra no culminados o mal ejecutados, acumulación de materiales en plazos no previstos que derivan en sobrecostos no contemplados inicialmente y retrasos por incumplimiento de las especificaciones iniciales y cambios estructurales con respecto a los diseños; fueron las falencias con mayor incidencia encontradas a lo largo de mi experiencia profesional.

Teniendo todas estas problemáticas se buscó una solución, por lo cual se aplicó el Lean Construction para optimizar los sistemas productivos.

Algunos antecedentes que respaldan mi trabajo de investigación se detallan:

A nivel Internacional

Según Arias (2021), en *“Desarrollo de metodologías para mejora de la productividad del Acueducto Municipal de Paraíso bajo principios de Lean Construction”*, la finalidad fue lograr un incremento de la productividad a través de la aplicación de las estrategias Lean Construction. En este sentido, se determinaron las áreas a implementar los principios Lean, estandarizar el proceso para la ejecución en menor tiempo, sistematizar el registro de datos para evaluar el flujo de valor y evaluar el impacto de los cambios. La metodología de investigación corresponde al tipo aplicado, de enfoque cuantitativo y de diseño experimental; asimismo, las técnicas de recolección de datos fueron la observación directa, el análisis documental y las entrevistas. Los resultados de la implementación muestran un análisis de la

problemática mediante el diagrama de Ishikawa, siendo uno de los principales aspectos de impacto la falta de un sistema del proceso de buenas prácticas. Luego se planteó un cronograma de actividades con el uso de formatos, instructivos, manuales y procedimientos de trabajo para la estandarización del proceso. A partir de ello, la productividad del acueducto se incrementó de 0.025 m/s hasta 10 m/s.

Según Latorre (2019), en *“Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación”*; el objetivo principal fue proponer un modelo basado en la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en la gestión de proyectos de edificación, en tanto que también se emplearon lineamientos de la metodología BIM. La metodología de investigación corresponde al tipo aplicado, de enfoque cuantitativo y de diseño experimental; asimismo, las técnicas de recolección de datos fueron la observación directa, el análisis documental. El nuevo sistema de gestión toma en cuenta el diseño de un sistema de verificación para la documentación, reuniones programadas para el inicio de cada fase, el empleo de sistema pull, análisis de viabilidad técnica, procesos de modelado y cambios con el uso de herramientas de ingeniería. Los resultados expresan un incremento de la productividad de 16.72%, dado que el empleo de horas se redujo de 125 a 96 horas; por otro lado, se obtiene un ahorro aproximado de USD \$ 540 mil dólares. A partir de ello se concluye que la metodología de Lean Construction incrementa la productividad en los proyectos de edificación y debido a la experiencia se recomienda el uso de las técnicas de Integrated Project Delivery (IPD) que posibilitan aún mayores beneficios.

Rojas, Henao y Valencia (2017), en su artículo científico *“Lean Construction – LC bajo Pensamiento Lean”*, expresan que Lean Construcción o también denominada construcción sin pérdidas es una filosofía aplicada al ámbito de la construcción, la cual busca reducir los desperdicios, mejorar la productividad. En ese sentido, la implementación de este pensamiento cambia por completo la ejecución de un proyecto de construcción, desde sus

objetivos hasta su desarrollo y entrega. Respecto a su principal objetivo que es la reducción de desperdicios, en los sectores de construcción, se contemplan 8 tipos de desperdicios en medio de los procesos de construcción: retrabajos, errores que se repiten con frecuencia; sobreproducción, mayor producción de la que se requiere; inventarios: producción estancada, por ende, dinero; movimiento excesivo, movilización innecesaria de ciertos elementos; procesamiento, realización de actividades que no se necesitan; transporte, sobrecostos generados por logística al no planificar bien y esperas.

Socconini (2020), en “*Lean Manufacturing. Paso a paso*” explica que los desperdicios son los responsables de la baja rentabilidad que tiene una empresa. Lo cual es visible en la mayoría de estas, en donde solo el 5 o 10% de todas las actividades generan valor, mientras que las demás son desperdicios, siendo esto la consecuencia de la pérdida de capacidad, recursos y oportunidades del negocio. Ante lo cual, muchas empresas responden con ideas desfasadas que no apuntan a solucionar el problema principal. Por tanto, dicha premisa indica que solo cuando los negocios empiecen a reconocer la importancia de identificar y eliminar los desperdicios como pérdidas de tiempo, costes elevados, retrasos, esfuerzos adicionales no necesarios, etc.; se podrá observar un cambio que beneficie a la empresa en todos sus aspectos.

Para Rojas, Henao y Valencia (2017), en su artículo científico “*Lean Construction – LC bajo Pensamiento Lean*”, la aplicación de Lean Construction se realiza en las distintas etapas que configuran la construcción de un proyecto, se involucra en el diseño, la logística, los inventarios, etc. Desde la filosofía Lean, para el diseño se implementan diseños estandarizados, para no empezar desde cero, lo cual permite agilizar los procesos. En cuanto a las compras, se establecen relaciones ganar- ganar con los proveedores en donde se consideren la calidad-costo y los tiempos de entrega. Para la planificación, desde el pensamiento Lean, se determina un programa de proyecto, en donde se establecen de manera

organizada las actividades a realizar, así como el tiempo de duración de cada una, por tanto, la reducción de costos y tiempos en las obras depende de estas actividades. Sobre la logística, para reducir desperdicios, se debe asegurar la entrega de materiales justo a tiempo, evitar la acumulación de inventarios y reducir los sobrecostos de transporte por movilización. Por último, otro aspecto que se aborda desde la herramienta Lean es la comunicación entre quienes forman del proyecto, la cual debe ser clara y visual.

A nivel nacional

De acuerdo con Mamani (2021) en *“Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 – 2019”*, el objetivo principal fue incrementar la productividad mediante el empleo de las estrategias de Lean Construction; en este sentido, se vio necesario evaluar el escenario inicial, optimizar el uso de mano de obra y determinar el adecuado uso de los recursos expresados en costos unitarios. La metodología de investigación corresponde al tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y de diseño experimental; por otro lado, en la recolección de datos se emplearon fichas de rendimientos de mano de obra, reportes de producción de campo, carta balance y fichas de observación. Los resultados expresaron un cambio importante en la productividad de 103.78 a 119.39 und/hh, es decir, un incremento de 15.03%; además, con el uso de la estadística inferencial se obtuvo un p-valor de $0.000 < 0.05$, lo cual determina que el cambio fue significativo. Adicionalmente, desde la perspectiva económica, la implementación representa un beneficio por la reducción de costos de 18.41%.

En Kari (2020) en *“Aplicación de Lean Construction para la optimización de la productividad en el mantenimiento rutinario del camino vecinal tramo: Villagloria- Abancay, 2020”*, la finalidad fue incrementar la productividad mediante la implementación del Lean en la construcción; para ello se requirió el diseño de estrategias que reduzcan las pérdidas a fin

de medir el porcentaje del plan completado y optimizar el uso de recursos. La metodología se basa en el tipo aplicado, de enfoque utilitario o constructivo, de diseño experimental, en tanto que los instrumentos de recolección fueron la carta balance, curva de avance físico del proyecto y los informes semanales de tiempo de producción. La aplicación de la metodología Lean fue posible mediante la planificación en un diagrama de Gantt con el programa LOOKAHEAD, se aplicó un sistema de restricciones para eliminar desperdicios y formatos para el control del cumplimiento de los avances de la obra. Los resultados determinaron un incremento de la productividad de 70% a un 129%, además, con el uso de la estadística inferencial se calculó un p-valor de $0.04 < 0.05$, lo cual determina un cambio significativo. Se concluye que la aplicación de la metodología Lean Construction mejora la productividad.

Para Millones (2020) en *“Metodología de gestión basada en lean construction y pmbok; Para mejorar la productividad en proyectos de construcción”*, el objetivo principal fue incrementar la productividad a través de la implementación de cambios según las estrategias Lean Construction y los fundamentos de la guía PMBOK; para el análisis del cambio fue importante emplear indicadores de medición como el tiempo productivo, contributivo y no contributivos. Los proyectos de construcción requieren de una alta transparencia que reduzca la variabilidad por la complejidad de las operaciones. La metodología de investigación se basa en un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y de diseño experimental; asimismo, la recolección de datos fue posible mediante las técnicas de observación directa, análisis documental y cartas de proceso. Los resultados expresan que el plazo de ejecución se redujo de 98 días a 68 días y ello implica también una reducción del costo de S/ 255,851.59 a S/ 230,061.70 soles, lo cual representa un beneficio económico a modo de ahorro de S/ 25,789.89 soles debido a un estricto control de la calidad. Finalmente, se concluye que la metodología Lean Construction incrementa la productividad en 30.6%.

Bases teóricas

Lean Construction

Para Cano (2021), en su artículo “*Modelo sistémico de evolución de Lean Construction, SLC-Emodel*”, manifiesta que Lean Construction es una herramienta que se emplea para gestionar los proyectos de construcción con el objetivo de mejorar la eficiencia en los procesos de construcción; para lo cual requiere minimizar una serie de elementos como los desperdicios de materiales, tiempo, entre otros en todas sus etapas. Además, indica que la implementación de la herramienta Lean Construcción le otorga al proyecto de construcción una estructura puesto que lo convierte en un proceso sistemático, así como la posibilidad de ser evaluado, por ende, tener conocimiento si está funcionando o no la implementación de este sistema para el avance del proyecto.

Según Botero (2021) en su libro “*Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*”, son muchas las estrategias que se han venido empleando para desarrollar construcciones sostenibles en donde se priorice la reducción de recursos naturales, energías, entre otros; sin embargo, incluso en las construcciones que se catalogan como tal, estas herramientas no han contribuido a una mejora de los proyectos. En tanto, la implementación de Lean Construction en proyectos de construcción sí ha contribuido a la reducción de desperdicios, así como a la mejora de la eficiencia de los procesos de construcción, lo que ha despertado interés en quienes gestionan este tipo de proyectos.

Por tal motivo, en estos últimos años, se ha observado un mayor número de investigaciones que indagan sobre la convergencia entre estos dos elementos, en donde se ha llegado a la conclusión que la herramienta Lean Construction facilita métodos y herramientas para la construcción y permite desarrollar un proyecto con una perspectiva de desarrollo sostenible. Estos objetivos de LC que comparte con los proyectos de desarrollo sostenible son la minimización de desperdicios y la maximización del valor de una obra.

Como se muestra en la tabla 2, los beneficios de los principios Lean traen son diversos cuando se implementan en la gestión de un proyecto.

Tabla 2

Beneficios de los principios Lean

Principio Lean	Beneficio
Disminución de la variabilidad	Mejor evaluación del diseño, adecuada comunicación entre partes, se evitan reprocesos y desperdicios
Eliminar actividades que no agregan valor	Entrega de información rápida que reduce los tiempos de espera, además se detectan fácilmente las interferencias para solucionarlas
Simplificación de procesos	Ayuda a los participantes a entender el proyecto
Transparencia	Se puede comprender los requerimientos durante la fase de diseño
Reducción del tiempo de ciclo	Permite pronosticar las fases y se optimiza el uso de recursos para generar un alto impacto
Mejora continua	Mide el rendimiento generalizado y estandariza el trabajo

En cuanto al principio disminución de variabilidad, permite mejorar la evaluación del diseño del proyecto, así como facilitar una adecuada comunicación entre las partes, lo cual evita los reprocesos y desperdicios. Respecto al principio de eliminar actividades que no agregan valor, este favorece la entrega de información, es decir, reduce los tiempos de espera, lo cual se logra identificando las interferencias que aparecen para solucionarlas. Otro principio es la simplificación de procesos que ayuda a los participantes a entender mejor el proyecto. También, entre los principios de la filosofía Lean, se encuentran la transparencia que viabiliza la comprensión de los requerimientos durante la fase de diseño y la reducción del tiempo de ciclo que permite pronosticar las fases y optimizar el uso de recursos para generar un alto impacto. Por último, el principio de mejora continua, propicia la medición del rendimiento generalizado y estandariza el trabajo.

De acuerdo con Huamán y Erazo (2021) en su publicación titulada “*Exploratory Study of the Main Lean Tools in Construction Projects in Peru*”, mencionan que Lean Construction es la participación de todos en la organización para identificar los desperdicios y hacer pequeñas mejoras incrementales diariamente, moviendo a todos en la misma dirección con objetivos comunes. Se menciona que implementar la metodología Lean en una organización a largo plazo requiere que las personas en la organización se enfoquen, todos deben comprender los principios lean, el desperdicio y el valor para el cliente. En este sentido, una cultura genera interacción entre los miembros del equipo para involucrarlos y adaptar la filosofía a la del proyecto complejidades y tecnología que permite aplicarlo a través de herramientas en un proceso iterativo de aprendizaje continuo.

Productividad

De acuerdo con Anaya (2016), en su libro “*Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica*”, la productividad se define como la capacidad operativa de una serie de procesos, en donde se emplean tecnologías operativas para producir algo; en ese sentido, para aumentar los niveles de productividad se debe apuntar a la mejora de las tecnologías operativas que puede ir desde mejorar la rapidez de los procesos hasta minimizar los costes de producción. Sin embargo, al momento de aplicar estas mejoras encaminadas a aumentar el nivel de productividad, se debe considerar hacerlo de manera homogénea en todos los procesos del ciclo de producción puesto que de lo contrario se podrían ocasionar estancamientos como los famosos cuellos de botella u otro tipo de inconvenientes.

De acuerdo con Barnó y Stepie (2019), en su libro “*Eficiencia y productividad en arquitectura*”, la productividad se refiere a lo que se produce en un determinado tiempo. Sobre esto, hay una creencia que manifiesta se logra ser más productivo cuando se llevan a cabo más tareas; sin embargo, en la realidad esto no se cumple porque que en reiteradas

ocasiones se logra ser más productivo haciendo menos. En ese sentido, más importante que realizar todas las tareas que se tienen pendientes, es culminar las que realmente influyan en aumentar la productividad. Este nivel productividad al que se hace referencia se puede medir en distintos entornos tales como las empresas, a nivel nacional, personal, etc.

Para Uribe (2017), en su libro *“Gerencia del servicio: Alternativa para la competitividad”*, la productividad va más allá de ser un indicador que mide el desempeño de una empresa, es un enfoque de pensamiento y trabajo que resalta el esfuerzo continuo. Asimismo, se define en base a la relación que existe entre la eficiencia y la eficacia, es decir, entre los objetivos alcanzados y los recursos que se empleó para cumplir una tarea, respectivamente; en otras palabras, la productividad es la relación entre lo que se conoce como input (entradas) y output (salidas). Sobre la productividad micro, manifiesta que se centra en las empresas o negocios, en las formas en cómo pueden mejorar sus resultados mediante el uso de recursos, lo cual se lleva a cabo por medio de la gestión y los procesos productivos.

Para Anaya (2016), en su libro *“Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica”*, la productividad es un índice que se emplea tanto para medir la capacidad de producción de los procesos como a nivel global, siendo esta última visión relevante y estratégica para comprender el comportamiento de una planta industrial o negocio, para lo cual se requiere contar con índices como el de productividad global, el cual se obtiene a partir del índice de crecimiento de volumen y personal directo. Ello permite que se pueda elaborar un diagnóstico sobre la situación real de la empresa, con lo cual se pueda plantear objetivos que apunten a una mejora general del sistema de producción como el establecimiento de un programa para mejorar métodos y procedimientos.

Limitaciones

Las limitaciones encontradas para realizar mi trabajo de suficiencia profesional fueron las siguientes:

- Falta de información disponible, dada la dispersión de la misma.
- Inicialmente hubo restricciones para poder acceder a la información confidencial, tales como: contratos, cotizaciones, partidas del proyecto, etc.
- Restricciones causadas a consecuencia de la pandemia, ya que al solicitar la información al personal encargado, se encontraba realizando trabajo remoto.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia que tengo en el campo de proyectos de líneas de transmisión (LT) de media y alta tensión y subestaciones, desde sus etapas de estudios de prefactibilidad, gestión predial, inscripción de servidumbres, ejecución de obras civiles, ejecución de obras electromecánicas, operación y mantenimiento, va desde mayo del año 2005 en diversos proyectos a nivel nacional para transportación, transformación y distribución de energía para abastecimiento a empresas, domicilios, alumbrados públicos, etc.

En la figura 4, se muestra una imagen de la supervisión del montaje de la línea de transmisión a 220kV – Proyecto CACLIC, efectuada por mi persona.

Figura 4

Supervisión del montaje de la LT a 220kV. CACLIC.



En la figura 5, se aprecia el tendido de conductores de línea de transmisión a 220kV.

CACLIC.

Figura 5

Tendido de conductores de línea de transmisión a 220kV. CACLIC.



En la figura 6, se aprecia el montaje de estructuras de la línea de transmisión a 220kV

COYA.

Figura 6

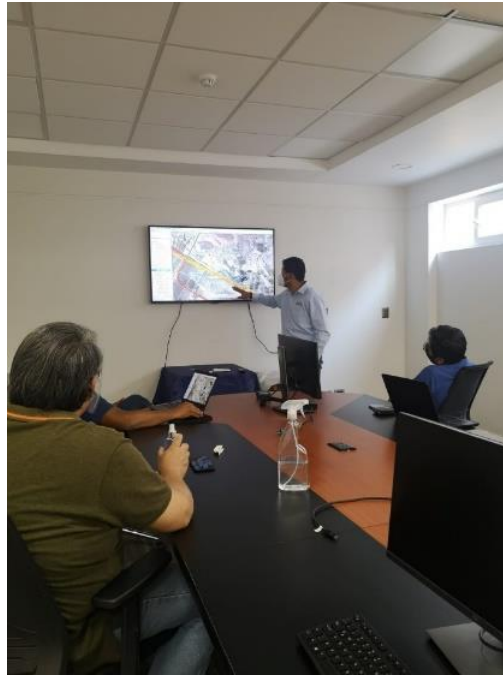
Montaje de estructuras de la línea de transmisión a 220 kV COYA



En la figura 7, se aprecia una de las reuniones semanales realizadas en el proyecto de la línea de transmisión a 220kV MOPA, para detallar los avances de la ejecución de la obra.

Figura 4

Reunión semanal del proyecto de la LT a 220kV MOPA.



Actualmente laboro en UNITELEC, empresa dedicada a la construcción y mantenimiento de líneas de transmisión y subestaciones. Mi ingreso a esta institución fue en mayo del año 2022, mediante una convocatoria, el cual fui seleccionado para cubrir el puesto de Administrador de Obra. Gracias a la empresa UNITELEC; al Gerente General, el Sr. Ramiro Calisaya; al coordinador de Proyectos, el Ing. Francisco del Águila; y al Residente de Obras Civiles, el Ing. Jim Mogollón, quienes me brindaron la oportunidad de pertenecer al grupo de trabajo y me dieron las facilidades para obtener y recopilar la información necesaria y así poder realizar mi trabajo de suficiencia profesional.

Diagnóstico de la problemática

Entre varios proyectos que venía ejecutando la empresa UNITELEC a nivel nacional, fui seleccionado para poder integrarme al proyecto ampliación de la subestación Planicie a 500 kV, el cual se encuentra ubicada en el distrito de Cieneguilla, altura del Km. 1.5 de la Avenida Cieneguilla.

En la figura 8 se muestra la ubicación geográfica de la subestación Planicie, lugar donde se llevó a cabo el proyecto de ampliación a 500kV.

Figura 5

Ubicación geográfica de la subestación Planicie.



En la figura 9, se aprecia la supervisión del proyecto Ampliación de la subestación Planicie a 500kV. De la cual fue participe.

Figura 9

Supervisión del proyecto Ampliación de la subestación Planicie a 500kV.

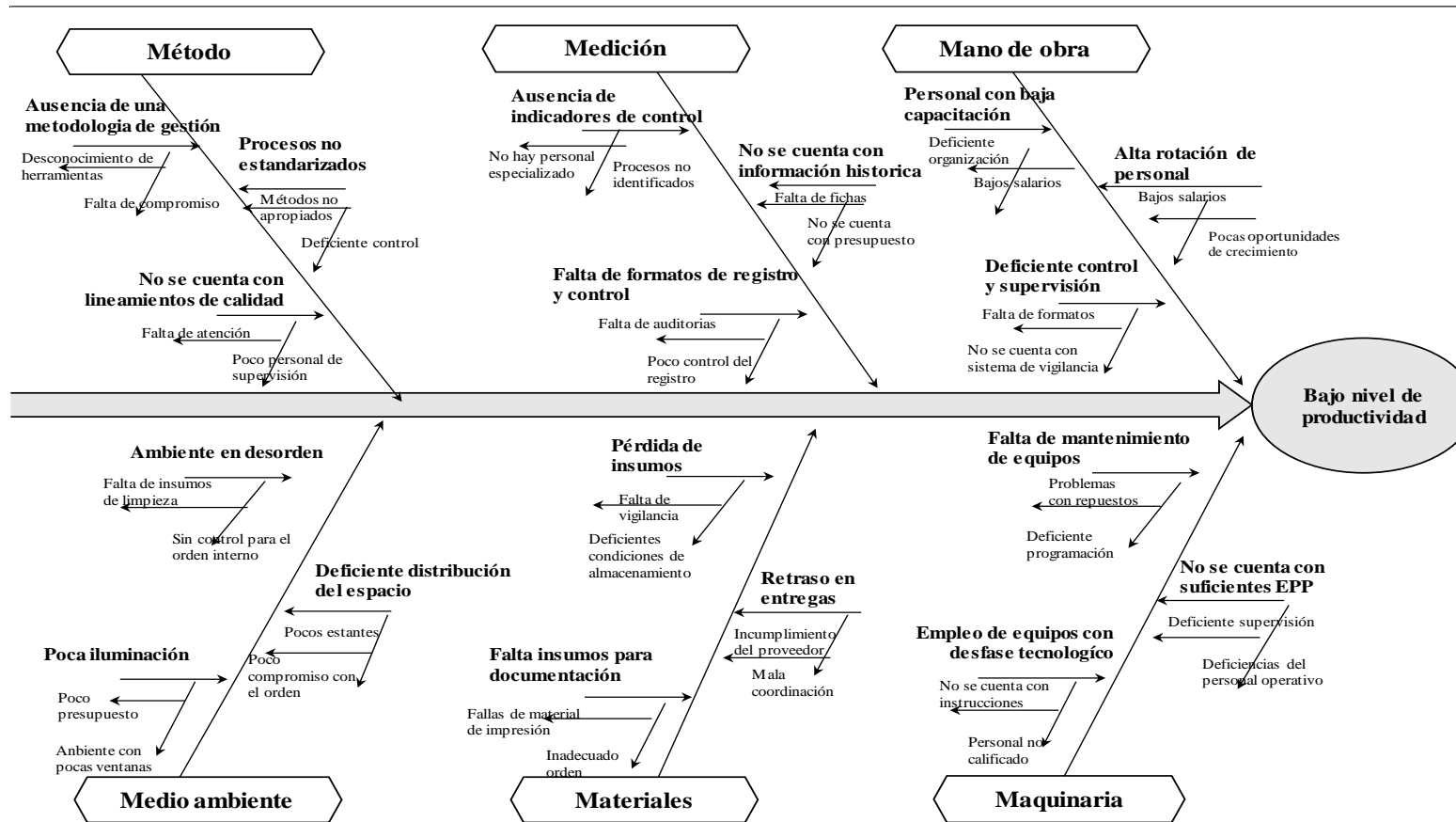


En el proyecto de ampliación de la subestación planicie a 500kV, se evidenció varios problemas que involucraban a la obra, en donde se utilizó como estrategia inicial el diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto, en el cual se ordenaron las causas de primer y segundo nivel respecto a las deficiencias que se encontraron en distintas áreas del proyecto, lo cual fue orientado hacia un problema central con el fin de ser resuelto. A partir de esto, se llegó a la conclusión que el problema fue la baja productividad.

En la figura 10 se observa el diagrama de Ishikawa, también llamado Diagrama de causa-efecto, en el cual se muestra, que en el proyecto de ampliación de subestación Planicie a 500kV, una de las dificultades encontradas fue la ausencia de una metodología de gestión que responde a un desconocimiento sobre la efectividad de las herramientas de gestión, así como por la falta de compromiso por parte del personal del proyecto.

Figura 10

Diagrama de Ishikawa.



A su vez, se halló procesos no estandarizados, provocado por el uso de métodos poco apropiados y al deficiente control sobre estos. Una última causa que corresponde al método, fue la ausencia de lineamientos de calidad puesto que se tenía poco personal de supervisión que pudiera prestarle atención a los procesos que eran parte del proyecto.

Respecto a los elementos de medición en el proyecto se hizo notorio la ausencia de indicadores de control, esto producido por la falta de personal especializado y procesos no identificados. Otra causa fue la falta de formatos de registro y control debido al poco control y a la falta de auditorías. Además, la falta de información histórica se consideró como otro problema de medición, esto porque no se tenía presupuesto ni se contaba con formatos ni registros. En el caso de la mano de obra, se encontró entre las causas que responden a la problemática del proyecto: la alta rotación del personal debido a bajos salarios y pocas oportunidades de crecimiento; el bajo nivel de capacitación provocado también por los bajos salarios y la deficiente organización, control y supervisión que se desencadenó por falta de formatos.

Por otra parte, en el proyecto, se vislumbró en los espacios de trabajo, desorden, poca iluminación y una mala distribución de los ambientes. En cuanto a los materiales del proyecto, se hizo notoria la pérdida de insumos provocado por la falta de control y deficientes condiciones de almacenamiento; falta de insumos para la documentación y retraso en las entregas que respondía, por un lado, a incumplimientos por parte del proveedor. Por último, en la categoría de maquinaria se encontraron 3 posibles causas: No se cuenta con EPP de seguridad entregados oportunamente al personal, principalmente equipos de protección auditiva y lentes; falta de mantenimiento de equipos debido a problemas con repuestos, una deficiente programación de mantenimientos preventivos y deficiencias del personal operativo; y empleo de equipos con desfase tecnológico provocado por la falta de personal calificado e instrucciones para el uso de las máquinas.

Esta problemática fue analizada posteriormente mediante el análisis de Pareto puesto que esta herramienta nos permite conocer el nivel de influencia que tiene cada causa sobre el problema principal; para alcanzar ello se convocó a expertos en el tema que tenían el propósito de establecer una puntuación para cada causa. Este análisis determinó que fueron cuatro puntos, que explicaron el problema central del proyecto a tratar, lo cual cumplió con el principio de Pareto que indica que un 80% de las consecuencias de un problema se explican con un número reducido de causas.

En la tabla 3, mediante el análisis de Pareto, se muestran las causas que tienen un impacto en el problema central, entre las cuales, las que en mayor medida influyen en la problemática fueron la ausencia de una metodología de gestión, la falta de indicadores de control, los procesos no estandarizados y la falta de formatos de registro y control con 19.5%, 18%, 17% y 16% del total respectivamente; lo cual se debe a que de forma agrupada ocupan el 71% del total.

Tabla 3

Impacto de causas sobre el problema central

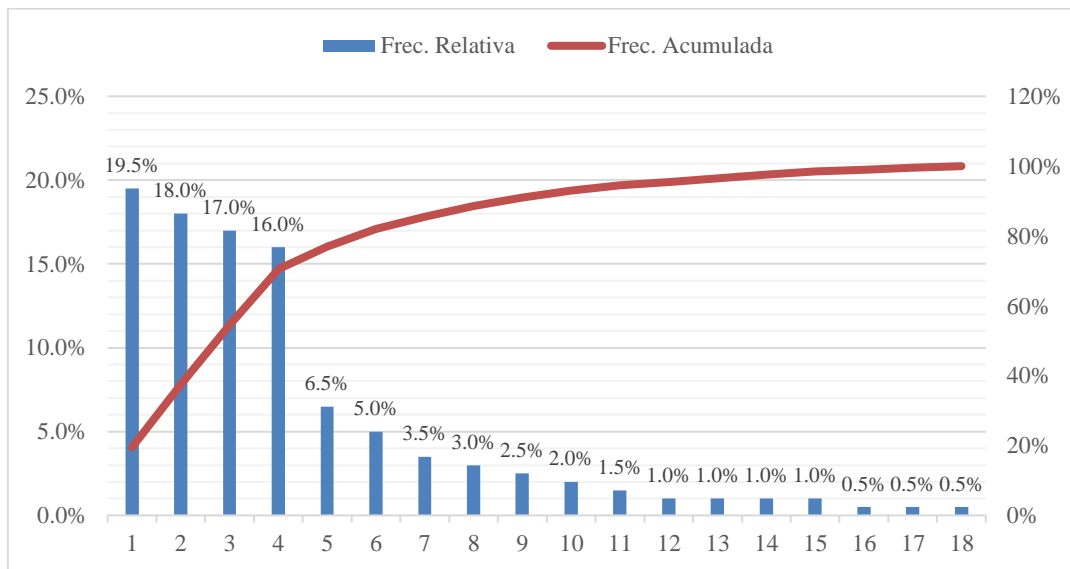
N°	Descripción de Partida	E1	E2	E3	E4	Punt.	Frec. Relativa	Frec. Acumulada
1	Ausencia de una metodología de gestión	10	9	10	10	39	19.5%	20%
2	No se cuenta con indicadores de control	8	9	10	9	36	18.0%	38%
3	Procesos no estandarizados	9	9	9	7	34	17.0%	55%
4	Falta de formatos de registro y control	8	9	7	8	32	16.0%	71%
5	Deficiente control y supervisión	4	2	3	4	13	6.5%	77%
6	Personal con baja capacitación	3	3	2	2	10	5.0%	82%
7	No se cuenta con información histórica	2	2	1	2	7	3.5%	86%
8	Deficiente distribución del espacio	2	1	2	1	6	3.0%	89%
9	No se cuenta con lineamientos de calidad	2	0	1	2	5	2.5%	91%
10	Falta insumos para documentación	1	0	1	2	4	2.0%	93%
11	Retraso en entregas	1	0	1	1	3	1.5%	95%
12	No se cuenta con suficientes EPP	1	1	0	0	2	1.0%	96%
13	Pérdida de insumos	1	1	0	0	2	1.0%	97%
14	Alta rotación de personal	1	0	0	1	2	1.0%	98%
15	Poca iluminación	1	1	0	0	2	1.0%	99%
16	Deficiente control y supervisión	1	0	0	0	1	0.5%	99%
17	Falta de mantenimiento de equipos	0	0	1	0	1	0.5%	100%
18	Empleo de equipos con desfase tecnológico	0	1	0	0	1	0.5%	100%
Total						200	100%	

Posterior a ello, le siguen causas como el deficiente control y supervisión y, el personal con baja capacitación con un 6.5% y 5% del total respectivamente, siendo estas cifras irrelevantes para el análisis de la problemática puesto que su influencia es baja. Por otra parte, las 12 causas restantes que se mencionan pierden total interés para el análisis del proyecto debido a que su porcentaje osciló de 3.5% a 0.5%.

En la figura 11, se muestra el diagrama de Pareto, que nos sirvió para analizar esta información de otra perspectiva, el cual permitió observar aquellas causas que tienen un mayor impacto en la problemática del proyecto y, por ende, las que requieren mayor atención para así resolver el problema central.

Figura 6

Diagrama de Pareto de causas negativas para la productividad.



Luego, en la tabla 4 se muestra la matriz de 5W que consiste en realizar preguntas sucesivas de porqués con el propósito de llegar al origen del problema, desde donde se plantearon alternativas de mejora y mecanismos de cambio que tuvieron la finalidad de solucionar el problema principal de forma eficiente.

Tabla 4
Matriz de 5W

Problema	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado del análisis
Bajo nivel de productividad	Ausencia de una metodología de gestión	Desconocimiento de herramientas	Personal con baja calificación	Deficiente capacitación		Aplicación de una metodología
		Falta de compromiso	Poco interés por la gestión	No se conocen los beneficios de la adecuada gestión	No se realizan reuniones de información de desempeño	Programación de reuniones para supervisión y gestión
	Procesos no estandarizados	Métodos no apropiados	Gestión de forma empírica	No se conocen herramientas	No se cuenta con diagramas de procesos	Estandarización de procesos
		Deficiente control	Los jefes no cuentan con tiempo para supervisar	Falta de automatización del trabajo		Diseño de formatos y registros
	No se cuenta con indicadores de control	No se cuenta con personal especializado	Bajo nivel de tecnificación de la mano de obra	Falta de instructivos, manuales y procesos	Bajo presupuesto para formación del talento	Mejor gestión de los recursos
		Procesos no identificados	Falta de compromiso	Poco conocimiento del tema	Se requiere de un sistema de control en indicadores	Crear indicadores de desempeño
	Falta de formatos de control y registro	Falta de auditorías	No se conocen herramientas de control	Bajo nivel de capacitación		Se requiere capacitaciones
		Poco control del registro	No se cuenta con programa de registro	Personal sobrecargado con trabajo	Deficiente administración por parte de la gerencia	Sistema de auditorías internas

En la Matriz 5W, se expuso el problema central que era el bajo nivel de productividad, así como las cuatro causas que tienen un mayor impacto en la problemática para realizar un análisis a mayor profundidad mediante los porqués sucesivos, con la finalidad de darle solución a cada una de las causas. Para empezar, sobre la ausencia de una metodología de gestión se describió dos razones por las cuales se presentaba el problema; la primera era el desconocimiento de herramientas, provocado por el personal con baja calificación que a su vez era originado por la deficiente capacitación que existía. La segunda razón fue la falta de compromiso que se debía al poco interés por la gestión, esto porque no se tenía conocimiento de los beneficios de una adecuada gestión, lo cual a su vez era provocado por la falta de reuniones en las que se discutiera la información del desempeño. Para esta causa se plantearon dos soluciones: la implementación de una metodología y la programación de reuniones para la supervisión y gestión.

Otra causa que se expuso fue los procesos no estandarizados que tienen como motivo la gestión de forma empírica que se practica en la empresa, provocado por el desconocimiento de las herramientas y esto porque no se cuenta con diagramas de procesos. Por otra parte, otra razón que explica esta causa es el deficiente control, lo cual se genera porque los jefes no cuentan con tiempo disponible para supervisar los procesos y a sus trabajadores, siendo esto último una respuesta a la falta de automatización del trabajo. Ante lo cual, se propusieron como soluciones la estandarización de sus procesos y el diseño de formatos y registros.

En cuanto a la tercera causa que es la ausencia de indicadores de control, se determinó que esta era provocada por la falta de personal especializado y por procesos no identificados. Respecto a lo primero, esto se debía a su vez por el bajo nivel de tecnificación de la mano de obra, lo cual se originó por la falta de instructivos, manuales y procesos, siendo esto una

respuesta al bajo presupuesto dirigido para la formación de talento. Lo segundo responde a procesos no identificados que a su vez se originó por falta de compromiso en el proyecto, puesto que se tenía poco conocimiento sobre el tema que a su vez era provocado por la falta de un sistema de control de indicadores. Frente a esto se plantearon dos soluciones que fueron la mejora de la gestión de los recursos y la creación de indicadores de desempeño.

La última causa que fue la falta de formatos de control y registro se explicó por dos razones: la falta de auditorías y el poco control sobre el registro; sobre lo primero, se determinó que ocurría por desconocimiento hacia las herramientas de control, en respuesta al bajo nivel de capacitación en el personal. El segundo motivo era porque no se contaba con un programa de registro, ya que el personal se encontraba sobrecargado de trabajo para realizar otras actividades, provocado por una deficiente administración por parte de la gerencia. Para esto se determinó dos soluciones: llevar a cabo capacitaciones e implementar un sistema de auditorías internas.

Diagnóstico final

En vista de los problemas identificados en el proyecto, los cuales fueron, la ausencia de una metodología de gestión, la falta de indicadores de control, los procesos no estandarizados y la falta de control y supervisión; las que se reconocieron a través de la inflexión de la curva de frecuencia acumulada detallada en el diagrama de Pareto (Figura 11), por lo cual se llegó a la conclusión que el problema central era el bajo nivel de productividad.

Implementación a realizar

Dada mi experiencia y de acuerdo a la aplicación del diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y Matriz 5W, se propuso implementar el Lean Construcción para reducir los costos y cumplir con los tiempos establecidos dentro del proyecto para incrementar la productividad.

Objetivos

Objetivo general

Aplicar el Lean Construction para incrementar la productividad en el proyecto de ampliación de subestación Planicie a 500kV.

Objetivos específicos

Reducir los costos de la producción mediante la aplicación de las herramientas del lean Construction: 5S, Poka-Yoke y Andon, para incrementar la productividad.

Incrementar el cumplimiento de tiempo mediante la aplicación del Lean Construction.

Estrategias de desarrollo

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se ejecutaron las estrategias de desarrollo para la aplicación de la mejora, como se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Estrategias de desarrollo para aplicación de la mejora

Etapa	Objetivo	Herramienta y/o técnica
Diagnóstico	Elaborar el diagnóstico de la situación inicial de productividad del proyecto	Recolección de datos Indicadores Lluvia de ideas
Planificación	Identificar y priorizar las causas críticas que originan el problema central	Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Flujo de mapa de valor (VSM) Matriz de 5W Diagrama de Gantt
Ejecución	Aplicar las herramientas de Lean Construction	Capacitación dirigida Método 5S A prueba de errores (Poka-Yoke) Control visual (Andon)
Evaluación	Medir el beneficio de la aplicación de Lean Construction Acciones de mejora con herramientas Lean	Índice de productividad Índice de cumplimiento de costos Índice de cumplimiento tiempo

Planificación de la mejora

Para realizar la planificación de la mejora, se realizó previamente el análisis de la evolución de la variable independiente, Lean Construction; variable dependiente, productividad; nivel de cumplimiento de costos; y nivel de cumplimiento de tiempo. Estos se detallan a continuación:

Análisis de la variable independiente: Lean Construction

En este análisis se presenta la información de los tiempos productivos, contributivos y no contributivos de los trabajadores en la etapa previa a la metodología Lean Construction; para ello, se consideró como base el tiempo total de trabajo, el mismo que consiste en 30 días al mes, cada día con 8 horas de trabajo y cada hora de 60 minutos laborables (30x8x60 minutos al mes). A su vez, se expone en la tabla 4, los niveles de productividad de la empresa, así como sus dimensiones durante los 6 primeros meses, correspondientes a la etapa previa.

En la tabla 6 se muestra la evolución previa de la metodología Lean Construction, la misma que se compone por el tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo. Inicialmente, se observa que en setiembre del 2021 se registró 4340 minutos de tiempo productivo, resultando un 30.1% de nivel de cumplimiento; a su vez, se registraron 7510 minutos de tiempo contributivo, lo cual representa un nivel de cumplimiento del 52.2%; asimismo, se identificaron 2550 horas de tiempo no contributivo, por lo que su tasa de cumplimiento fue de 17.7% para el mismo mes. Consecutivamente, se registraron las tasas de cumplimiento hasta febrero del 2022, donde se identificó un máximo de 36% del TP en setiembre del 2021 un mínimo de 23.8% en enero del 2022; asimismo, el Tiempo Contributivo (TC) alcanzó un máximo de 55.1% en febrero del 2022 un mínimo de 51% en noviembre del 2021; por último, el Tiempo no Contributivo (TNC) obtuvo un mínimo de 12.1% en setiembre del 2021 y un máximo de 21% en febrero del 2022.

Tabla 6

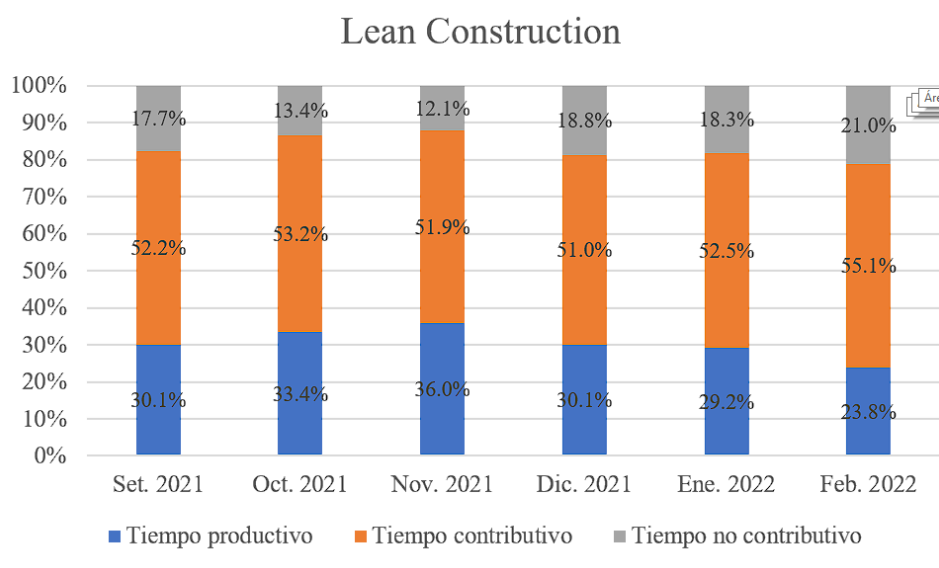
Evolución previa de la metodología Lean Construction

Periodo	Tiempo productivo	Tiempo total	%TP	Tiempo contributivo	Tiempo total	%TC	Tiempo no contributivo	Tiempo total	%TNC
Set. 2021	4340	14400	30.1%	7510	14400	52.2%	2550	14400	17.7%
Oct. 2021	4816	14400	33.4%	7660	14400	53.2%	1924	14400	13.4%
Nov. 2021	5180	14400	36.0%	7472	14400	51.9%	1748	14400	12.1%
Dic. 2021	4340	14400	30.1%	7347	14400	51.0%	2713	14400	18.8%
Ene. 2022	4210	14400	29.2%	7561	14400	52.5%	2629	14400	18.3%
Feb. 2022	3430	14400	23.8%	7939	14400	55.1%	3031	14400	21.0%

En la figura 12 se presenta un análisis comparativo de la evolución de cada uno de los tiempos que componen el Lean Construction durante la etapa previa a su implementación; así, se evidencia que el tiempo productivo ha sufrido una reducción constante a lo largo de los 6 meses de situación previa, alcanzando su nivel mínimo de 23.8% en febrero del 2022; por su parte, el tiempo contributivo se ha incrementado, pero a un ritmo lento, pasando de 52.2% en setiembre del 2021 a 55.1% en febrero del 2022; a su vez, el tiempo no contributivo se ha incrementado, pasando de 17.7% en setiembre del 2021 a 21% en febrero del 2022, lo cual perjudica a la empresa.

Figura 12

Evolución previa de la metodología Lean Construction



Análisis de la variable dependiente: Productividad

De manera similar, se realiza el análisis de la variable productividad durante la etapa previa a la implementación de la metodología Lean Construction; para ello, se miden los niveles de cumplimiento de costos y tiempo durante el mismo periodo, ya que estos son los principales componentes de la variable productividad. Los niveles de costos son calculados tomando como referencia el monto asignado para el gasto, mientras que los niveles de tiempo se calculan como el nivel de cumplimiento del avance programado.

En la tabla 7 se muestran los recursos empleados y el avance real durante cada mes perteneciente a la etapa previa, con lo que se obtienen los niveles de cumplimiento de costos, tiempo y productividad. Inicialmente, en agosto del 2021 se utilizaron S/ 36,335 soles de los S/40,149 soles asignados, por lo que la empresa fue eficiente en un 90.5%; simultáneamente, el avance real para dicho mes fue de 3.61%, teniendo programado un avance del 4.51%, por lo que se calcula en 80%; en consecuencia, el mes 1 registró una productividad de 72.4%, el mismo que resulta del producto entre los factores anteriores. Durante los 6 meses de evolución previa, el cumplimiento de costos alcanzó un máximo de 90.5% en agosto del 2021 y un mínimo de 87.3% en enero del 2022; a su vez, el cumplimiento de costos logró su nivel máximo de 80% en agosto del 2021 y su mínimo de 66.7% en el mes 6; mientras que, el mayor nivel de productividad se registró en 72.4% en agosto del 2021 y el menor descendió hasta 58.2% en enero del 2022.

Tabla 7

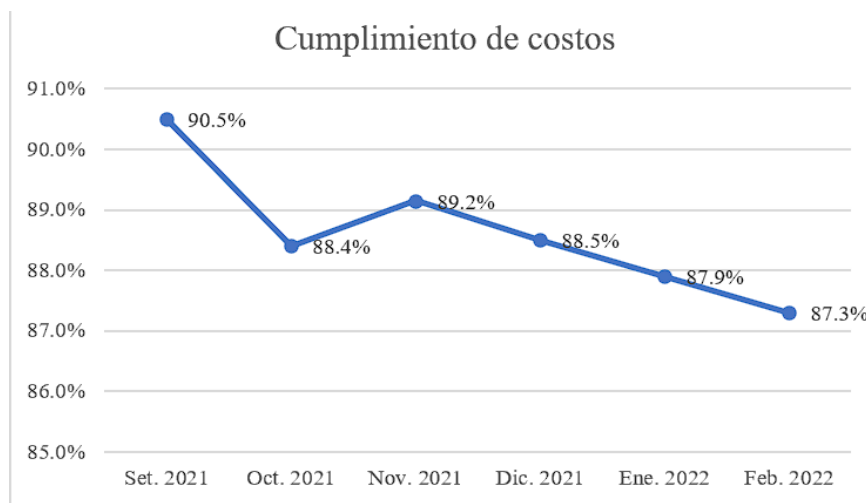
Evolución previa de la productividad

Periodo	Recursos empleados		Recursos asignados		Cumplimiento de costos	Avance real (%)	Avance programado (%)	Cumplimiento de tiempo	Productividad
Set. 2021	S/	36,335	S/	40,149	90.5%	3.61%	4.51%	80.0%	72.4%
Oct. 2021	S/	65,068	S/	73,606	88.4%	3.11%	4.51%	69.0%	61.0%
Nov. 2021	S/	83,516	S/	93,680	89.2%	4.97%	6.46%	76.9%	68.6%
Dic. 2021	S/	129,098	S/	145,873	88.5%	5.21%	7.30%	71.4%	63.2%
Ene. 2022	S/	211,744	S/	240,892	87.9%	4.59%	6.20%	74.1%	65.1%
Feb. 2022	S/	245,348	S/	281,040	87.3%	5.05%	7.58%	66.7%	58.2%

En la figura 13 se muestra la evolución de los niveles de cumplimiento de costos durante los 6 meses previos a la implementación, donde se evidencia una reducción constante a partir de noviembre del 2021, pasando de 89.2% a 87.3% en febrero del 2022; tal situación refleja que el manejo de recursos del proyecto de ampliación de la Subestación Planicie a 500 kV, no se realiza óptimamente, ya que se gastan cada vez más recursos de los que se disponen.

Figura 7

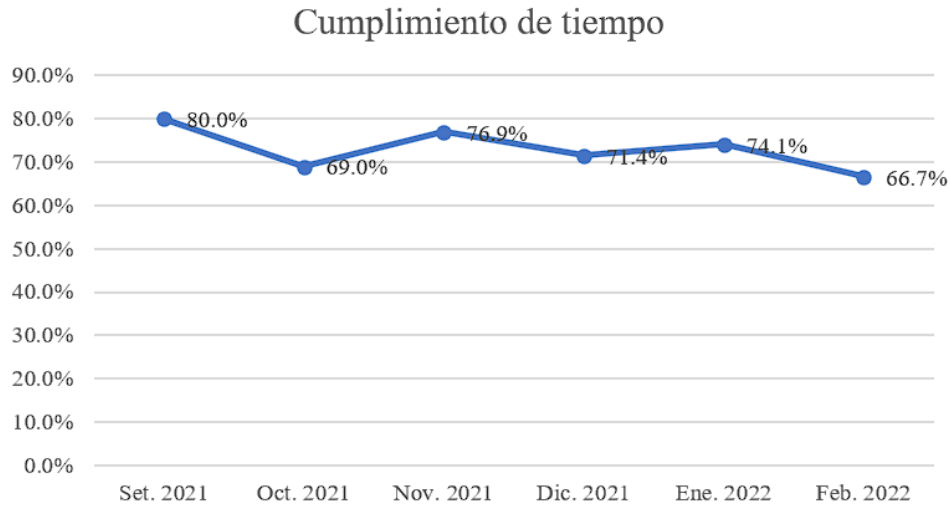
Evolución previa del cumplimiento de costos



Por su parte, en la figura 14 se detalla los niveles de cumplimiento de tiempo del proyecto de ampliación de la subestación planicie a 500kV, los cuales mostraron un comportamiento no constante, pero con tendencia a la baja, ya que en el primer mes se registró un cumplimiento de tiempo del 80% para luego descender hasta 69% en el mes 2 e incrementarse a 76.9% en noviembre del 2021; durante el último mes de la etapa previa (Feb. 2022) se registró el nivel mínimo de 66.7%, de lo que se interpreta que el proyecto de ampliación de la subestación Planicie a 500 kV, realiza un avance cada vez menor respecto al avance programado.

Figura 8

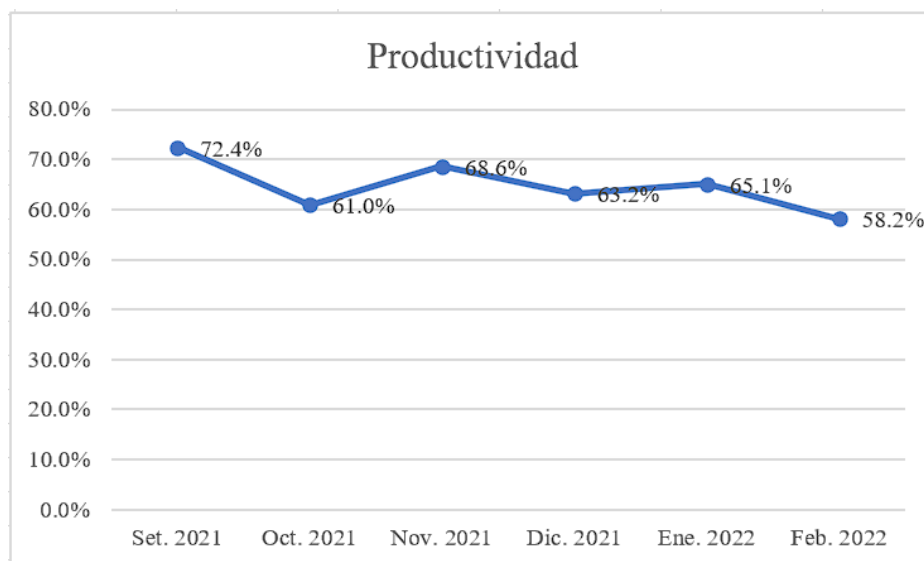
Evolución previa del cumplimiento de tiempo



Por último, en la figura 15 se muestra la evolución previa de los niveles de productividad, donde se evidencia que la productividad se corresponde con los niveles calculados; es decir, presenta un comportamiento descendente a lo largo del tiempo, pasando de un nivel máximo de 72.4% en el mes 1 a un mínimo de 58.2% en el mes 6. En consecuencia, se interpreta que existe un bajo nivel de productividad como consecuencia de la falta de ejecución de recursos y del bajo porcentaje de avance realizado mes a mes.

Figura 9

Evolución previa de la productividad



Lluvia de ideas:

Para llevar a cabo la aplicación de la metodología Lean Construction fue necesario realizar una lluvia de ideas con 25 colaboradores responsables del proyecto materia de estudio, de donde se obtuvieron 18 ideas entre todos los participantes, posteriormente se realizó para la fase o etapa de planificación el análisis mediante diagrama de Ishikawa y Pareto para determinar las causas específicas asociadas al problema, siendo las mismas dispuestas a solucionar por parte del implementador a cargo. A continuación, se muestra la lluvia de ideas en la tabla 8.

Tabla 8

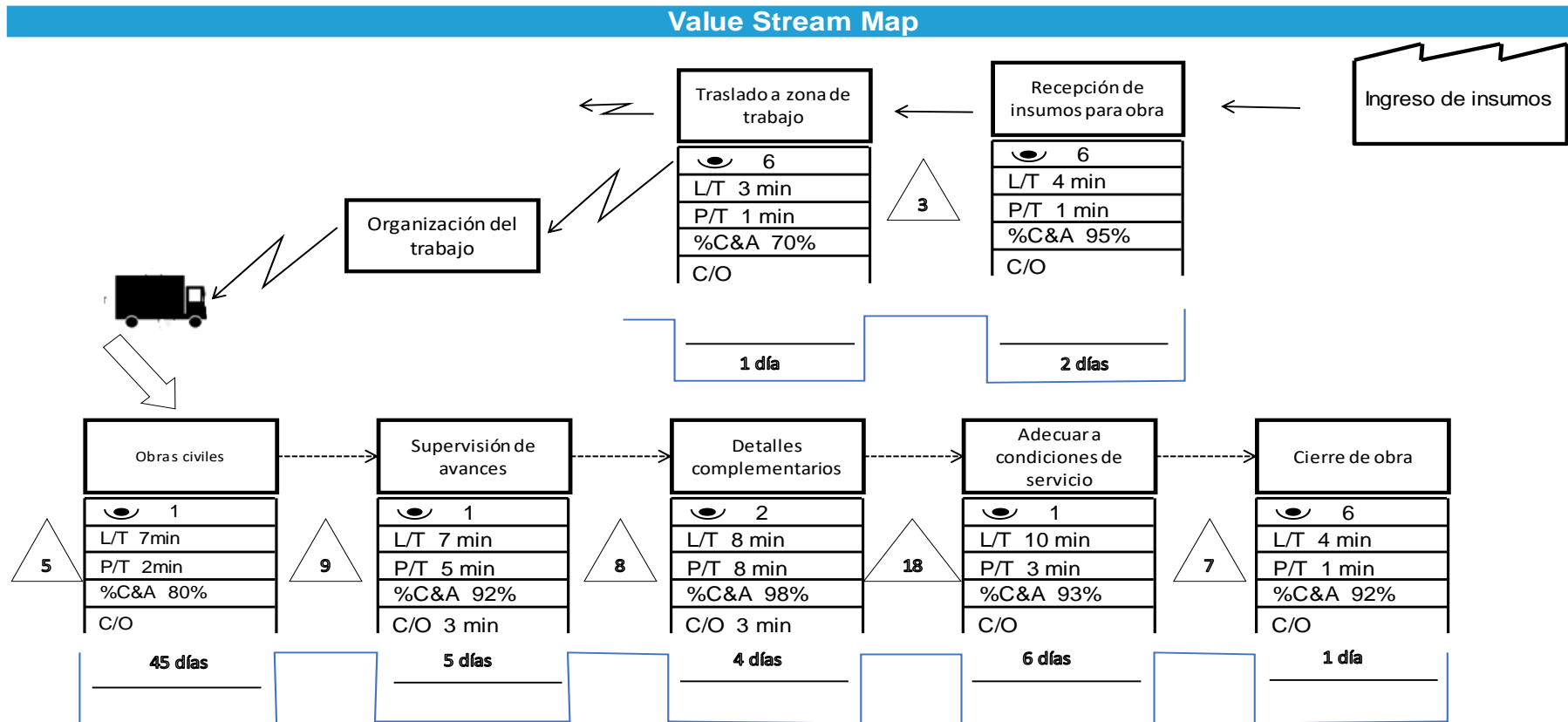
Lluvia de ideas

Nº	Descripción idea	Cantidad de colaboradores
1	Ausencia de una metodología de gestión	3
2	Alta rotación de personal	1
3	Ambiente en desorden	1
4	Deficiente control y supervisión	2
5	Deficiente distribución del espacio	2
6	Empleo de equipos con desfase tecnológico	1
7	Falta de formatos de registro y control	1
8	Falta de mantenimiento de equipos	1
9	Falta insumos para documentación	2
10	No se cuenta con indicadores de control	1
11	No se cuenta con información histórica	1
12	No se cuenta con lineamientos de calidad	2
13	No se cuenta con suficientes EPP	1
14	Pérdida de insumos	1
15	Personal con baja capacitación	2
16	Poca iluminación	1
17	Procesos no estandarizados	1
18	Retraso en entregas	1
	TOTAL	25

En la figura 16, se muestra el diagrama de VSM del proceso de construcción donde indica la secuencia de actividades de forma general en las operaciones, dado que se inicia con el ingreso de insumos que deben ser recibidos en aproximadamente 2 días de forma completa; a partir de ello, en 1 día entero se realiza el traslado a las distintas zonas de trabajo. A partir de ello, los encargados de la supervisión proceden a la organización del trabajo para dar inicio a las obras civiles que pueden tardar aproximadamente 45 días, durante el proceso operativo se da paso a las supervisiones de avances durante 5 días para posteriormente, realizar detalles complementarios en base a los controles, lo cual suele durar 4 días. Entre las últimas actividades se encuentran el adecuar las obras a condiciones de servicio en un plazo de 6 días y el cierre de la obra con los trámites correspondientes en 1 día.

Figura 10

VSM del proceso de construcción detallando la secuencia de actividades.



En la tabla 9 se puede observar la planificación y vista general de las tareas programadas para la aplicación del Lean Construction, mediante el Diagrama de Gantt

Tabla 3

Planificación de la aplicación mediante el Diagrama de Gantt.

Fase	Actividades	Marzo 2022				Abril 2022				Mayo 2022				Junio 2022				Julio 2022				Agosto 2022			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Capacitación dirigida	Filosofía Lean	■				■				■				■				■				■			
	Gestión y principios básicos		■				■				■				■				■				■		
	Flujos de trabajo			■				■				■				■				■				■	
	Mejora de productividad				■				■				■				■				■				■
Método 5S	Seleccionar	■	■	■																					
	Ordenar			■	■	■																			
	Limpiar				■	■	■																		
	Estandarizar							■	■	■															
	Mantener									■	■	■													
Andon	Formato de gestión de controles visuales											■	■	■	■										
	Letreros de control visual													■	■										
	Letreros de cómo desarrollar el trabajo													■	■	■									
	Señaléticas															■	■	■	■						
Sistema Poka Yoke	Procedimiento de trabajo																	■	■	■					
	Inspección de riesgos																	■	■	■					
	Formatos de control																		■	■	■	■	■		
	Sistema de autorías																						■	■	■

Aplicación de las herramientas Lean Construction

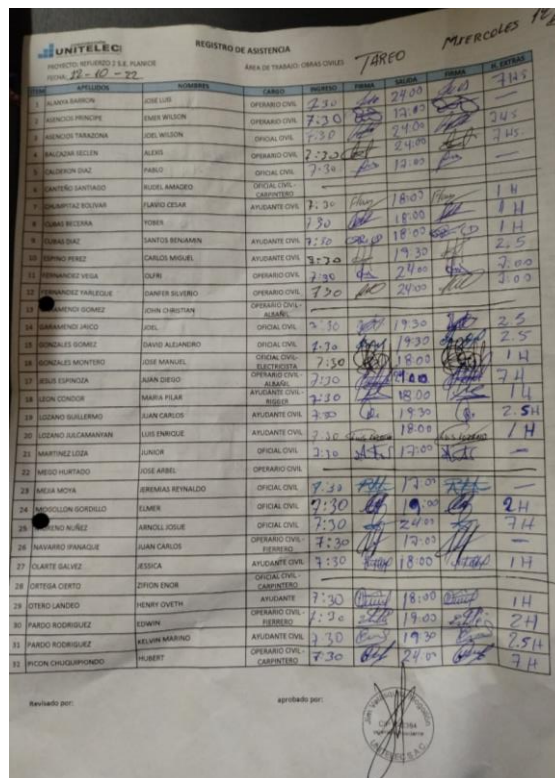
Fase 1: Capacitación dirigida

El primer paso de la implementación refiere la necesidad de un cambio importante en el conocimiento del personal operativo y para ello se ha desarrollado un sistema de capacitaciones de forma constante para lograr una mejora en el desempeño sostenida. En este sentido, se presenta el registro de capacitación a las charlas en la siguiente figura.

En la figura 17, se observa el formato utilizado por la organización para la asistencia de charlas y capacitaciones en búsqueda de la mejora del conocimiento, dado que se ha contado con un alto nivel de asistencia. La evidencia expresa que los colaboradores colocaron su nombre, apellidos, área y firma a modo de conformidad de la asistencia. Por otro lado, se ha detallado el programa de capacitación según los temas más importantes y las áreas correspondientes en el siguiente formato.

Figura 11

Registro de capacitación



UNITELECO		REGISTRO DE ASISTENCIA		FECHA: 13-07-22		DÍA: MIÉRCOLES 13/07	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y R.E. PLANICIE		ÁREA DE TRABAJO: OBRAS CIVILES		TARDEO			
Nº	APellidos	NOMBRES	ÁREA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO	SIGNA
1	BLANCA	BARRON	JOSE LUIS	OPERARIO CIVIL	7:30	19:00	11H
2	AGENCIA	PARRONCE	EMER WILSON	OPERARIO CIVIL	7:30	19:00	11H
3	AGENCIA	TARANZANA	GIEL WILSON	OPERARIO CIVIL	7:30	19:00	11H
4	WALDOFR	VELLEN	ALFARO	OPERARIO CIVIL	7:30	19:00	11H
5	CALDERON	DIAZ	PABLO	OPERARIO CIVIL	7:30	19:00	11H
6	SANTOS	SANTOS	RIGEL AMARDO	OFICIAL CIVIL - CARINTERO	—	—	—
7	CONQUISTAZ	ROLDAN	FLAVIO CESAR	AYUDANTE CIVIL	7:30	18:00	1H
8	LUIS	BEZERRA	YOSER	—	—	—	—
9	LUIS	BLAZ	SANTOS BENJAMIN	AYUDANTE CIVIL	7:30	18:00	1H
10	RAMIRO	PEREZ	CARLOS MIGUEL	AYUDANTE CIVIL	7:30	19:30	2.5
11	HERNANDEZ	VEGA	DAFR	OPERARIO CIVIL	7:30	24:00	2.00
12	HERNANDEZ	MARQUE	DANIEL SILVERIO	OPERARIO CIVIL	7:30	24:00	3.00
13	RAMIRO	SOAREZ	JOHN CHRISTIAN	OPERARIO CIVIL - ALBAÑIL	—	—	—
14	RAMIRO	JARCO	GIL	OFICIAL CIVIL	7:30	19:30	2.5
15	SANCHEZ	SOMALI	DAVID ALEJANDRO	OFICIAL CIVIL	7:30	19:30	2.5
16	SANCHEZ	MONTORO	JOSE MANUEL	OFICIAL CIVIL - ELECTRICISTA	7:30	18:00	1H
17	ISLA	ESPINOZA	JUAN DIEGO	OPERARIO CIVIL - ALBAÑIL	7:30	19:00	7H
18	LEON	CONDOR	MARIA PILAR	AYUDANTE CIVIL - RIGIER	7:30	18:00	1H
19	LUZIANO	SULLERMAN	JUAN CARLOS	AYUDANTE CIVIL	7:30	19:30	2.5H
20	LUZIANO	JUCAMAMAYAN	LUIS ENRIQUE	AYUDANTE CIVIL	7:30	18:00	1H
21	MARTINEZ	LIZA	JUNIOR	OFICIAL CIVIL	7:30	17:00	—
22	ARECO	HURTADO	JOSE ARBEL	OPERARIO CIVIL	—	—	—
23	ARECO	MORA	EREMIAS REYNALDO	OFICIAL CIVIL	7:30	17:00	—
24	ARROYO	BORELLI	ELMER	OFICIAL CIVIL	7:30	19:00	2H
25	ARECO	NUÑEZ	ARNOLD JOSUE	OFICIAL CIVIL	7:30	24:00	7H
26	NAVARRO	PANAGUE	JUAN CARLOS	OPERARIO CIVIL - PERIODO	7:30	19:00	—
27	CLARTE	SALVEZ	JESSICA	AYUDANTE CIVIL	7:30	18:00	1H
28	ORTIZ	CORTO	ZEPION ENOE	OFICIAL CIVIL - CARINTERO	—	—	—
29	OTERO	LANDEO	HENRY OYETHA	AYUDANTE	7:30	18:00	1H
30	PABLO	RODRIGUEZ	EDWIN	OPERARIO CIVIL - SERBIERO	7:30	19:00	2H
31	PABLO	RODRIGUEZ	KEVIN MARINO	AYUDANTE CIVIL	7:30	19:30	2.5H
32	AYCON	CHUGUIMONDO	HUBERT	OPERARIO CIVIL - CARINTERO	7:30	24:00	7H

En la figura 18, indica el listado de la planificación para el dictado de capacitaciones, donde se ha organizado 10 temas como la filosofía Lean, los principios básicos para la gestión, la reducción de desperdicios, los flujos de trabajo para reducir los tiempos, el trabajo estandarizado, el sistema de gestión Lean, las fallas más comunes en las actividades, la operatividad adecuada en el proceso, la gestión de la calidad y la mejora continua para elevar la productividad. Asimismo, se ha detallado si la población objetivo se centra en dos grupos, el total de operarios y aquellos del área de construcción. La evidencia de la ejecución de capacitaciones se presenta en la siguiente figura.

Figura 12

Programa de capacitación

		PROGRAMACIÓN DE CAPACITACIÓN			Versión 1	Pagina 1 de 1	
Quien elaboró					Clasificación de la Información: PRIVADA		
					VIGENCIA	2022	
PLANIFICACIÓN				REPORTE - SEGUIMIENTO			
N°	Población Objetivo	Temática	Duración	Frecuencia	Cantidad de capacitados	Fecha de evaluación	Observaciones
1	Área de construcción	Filosofía Lean	30 min	Semanal	10	Fin de mes	
2	Área de construcción	Gestión Lean. Principios básicos	30 min	Semanal	10	Fin de mes	
3	Área de construcción	Reducción de desperdicios	30 min	Semanal	10	Fin de mes	
4	Área de construcción	Flujos de trabajo para reducir tiempos	30 min	Semanal	10	Fin de mes	
5	Todos los trabajadores	Trabajo estandarizado en equipo	30 min	Quincenal	30	Fin de mes	
6	Todos los trabajadores	Sistema de gestión Lean	30 min	Semanal	30	Fin de mes	
7	Área de construcción	Fallas comunes	30 min	Quincenal	10	Fin de mes	
8	Área de construcción	Operatividad de procesos	30 min	Mensual	10	Fin de implementación	
9	Todos los trabajadores	Gestión de la calidad	30 min	Mensual	30	Fin de implementación	
10	Todos los trabajadores	Mejora continua para la productividad	30 min	Mensual	30	Fin de implementación	

El resultado de las capacitaciones fue muy exitoso dado que se contó con gran participación de los trabajadores como se muestra en la Figura 19, donde se evidencia la

capacitación con el fin de mejorar el desempeño de las operaciones reflejado en una alta productividad y adecuado uso de los recursos (dinero y tiempo). A partir de ello, fue posible plantear cambios más significativos a lo largo de la experiencia profesional.

Figura 13

Evidencia de capacitación



Fase 2: Método 5S

La segunda fase de la implementación corresponde a la metodología 5S en base a los pasos de Seleccionar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener y así modificar el escenario inicial deficiente sobre el desempeño en la gestión del espacio de trabajo. En este sentido, se programó una limpieza y orden general en las instalaciones.

En la figura 20 se observa que los productos encontrados que no corresponden al giro corresponden a mobiliario, uniformes, maquinaria en desuso, entre otros que fueron clasificados entre necesarios e innecesarios a fin de ser reubicados o desechados según las

condiciones y conservación. A fin de mantener los cambios positivos a lo largo del tiempo se ha desarrollado un programa de limpieza en la siguiente figura.

Figura 14

Elementos encontrados en la limpieza y orden

Fecha:					
ELEMENTOS ENCONTRADOS					
N°	Descripción del artículo	Lugar donde se encontró	Necesario	Innecesario	Decisión
1	Cintas adhesivas	Oficina, Laboratorio	X		Reubicarlo
2	Lijas usadas	Taller		X	Desecharlo
3	Folders viejos	Almacén		X	Desecharlo
4	Bujías usadas	Taller		X	Venderlo
5	Recipiente vacíos	Taller		X	Venderlo
6	Cajas vacías	Taller, almacén, tienda		X	Venderlo
7	Artículos de limpieza	Taller	X		Sacarlo del área
8	Uniformes viejos	Taller, laboratorio		X	Desecharlo
9	Mobiliario en desuso	Taller	X		Reubicarlo
10	Elementos ajenos al giro	Taller, Vestuarios		X	Desecharlo
11	Póster publicitarios	Taller		X	Venderlo
12	Maquinaria en desuso	Taller, laboratorio		X	Venderlo

Elaborado por: _____

Firma _____

En la figura 21, se observa el formulario del control de limpieza central que permite delimitar un total de 26 labores para el aseo y orden de las 3 principales zonas en el área como el taller, el patio de maniobres y las zonas aledañas a la construcción. A partir de ello se establece una frecuencia de ejecución ya sea de forma diaria, inter diaria, semanal, quincenal o mensual; todo ello durante el horario de trabajo entre lunes a viernes hasta las 5.30pm a fin de no afectar el tiempo de los trabajadores.

Figura 15

Formulario de control de limpieza central

FORMULARIO DE CONTROL DE LIMPIEZA CENTRAL

TAREAS DE LIMPIEZA REALIZADAS EN EL MES DE: _____

PERIODO (DÍAS): DESDE _____ HASTA _____

ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	EJECUTADO	FRECUENCIA					OBSERVACIONES
				Diario	Inter-diario	Semanal	Quincenal	Mensual	
1	TALLER	Desalojo de basura de tachos		X					de lunes a viernes a partir de las 17h30
2		Limpieza de mesas de trabajo		X					de lunes a viernes a partir de las 17h30
3		Limpieza de herramientas			X				de lunes a viernes a partir de las 17h30
4		Barrido de pisos			X				de lunes a viernes a partir de las 17h30
5		Trapear pisos			X				de lunes a viernes a partir de las 17h30
6		Limpieza anaqueles			X				de lunes a viernes a partir de las 17h30
7		Limpieza de insumos			X				de lunes a viernes a partir de las 17h30
8		Limpieza maquinas				X			de lunes a viernes a partir de las 17h30
9		Desempolvar sillas y mesas				X			de lunes a viernes a partir de las 17h30
10		Desempolvar				X			de lunes a viernes a partir de las 17h30
11		Retiro de telarañas					X		Fin de semana
13		Limpieza ventanales fachada exterior						X	Fin de semana
14		Revisión de condiciones y presentación en general							X Técnicos y Supervisores ejecutarán esta labor
15		Lavado de paneles							X Fin de semana
16		PATIO DE MANIOBRAS	Desalojo de basura de tachos		X				
18	Limpieza y desinfectada			X					de lunes a viernes a partir de las 17h30
19	Barrer pisos					X			de lunes a viernes a partir de las 17h30
20	Trapear y desinfectar pisos					X			de lunes a viernes a partir de las 17h30
22	Limpieza							X	de lunes a viernes a partir de las 17h30
23	Retiro de telarañas						X	Fin de semana	
24	ZONAS ALEDAÑAS	Recoger basura				X			de lunes a viernes a partir de las 7h30
25		barrer patio					X		de lunes a viernes a partir de las 7h30
26		baldear patio						X	de lunes a viernes a partir de las 7h30

El escenario de trabajo luego de la aplicación de la herramienta 5S evidencia un adecuado orden y limpieza en las actividades diarias, dado que los operarios han sido concientizados de la importancia de estos principios para alcanzar una alta productividad como se muestra en la figura 22. Asimismo, el cambio debe ser acompañado de un sistema de controles y supervisiones para mantener las buenas prácticas y orientarlas hacia la mejora continua.

Figura 16

Evidencia de orden y limpieza en la zona



Fase 3: Control visual (Andon)

El control visual permite desarrollar actividades de forma sistemática y organizada a fin de mejorar el sistema de trabajo en búsqueda de la mejora continua con una elevada productividad. En este sentido, con la ayuda de herramientas el operario podrá reconocer algunas señales importantes y para su organización.

En la figura 23 se muestra el formato de controles visuales en las áreas con mayor necesidad a fin de evidenciar un alto impacto en las operaciones; para ello se ha visto la necesidad de emplear letreros de colores, mural de indicadores, pizarra de notas y tareas, señalética en el área, formatos de gestión, procedimientos de trabajo, entre otros dispositivos según la utilidad. Asimismo, se presentan algunos letreros a continuación.

Figura 17

Formato de gestión de controles visuales

Formato de controles visuales		Área de OPERACIONES	
		Encargado	
Fecha de inspección		dd	mm
Encargado		HENRY	
		aaaa	__/__/2022
Recursos para el servicio	Sí	No	Observaciones
Letreros de colores	X		Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Mural de indicadores	X		Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Pizarra de notas	X		Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Señalética del área	X		Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Formatos de gestión	X		Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Procedimientos de trabajo	X		Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Otros dispositivos de control		X	Indicar novedad de disponibilidad, si aplica y número de inicio
Firma			

El uso de señalética es de gran importancia en las actividades de construcción, dado que se advierte de gran cantidad de peligros y riesgos que deben ser gestionados a fin de reducir su impacto. Por otro lado, también se ha colocado avisos e instructivos con imágenes dentro del procedimiento de trabajo, tal como se observa en la figura 24.

Figura 18

Letreros de control visual para la obra



El uso de herramientas visuales dentro de las actividades de construcción permite facilitar las labores, dado que al contar con imágenes didácticas el trabajador puede consultar y resolver sus dudas sobre cómo operar de forma adecuada. A partir de ello, se crea una estandarización y sistematización que permite orientar los esfuerzos hacia el incremento de la productividad que posicione a la empresa entre las mejores del rubro. La evidencia del uso de controles visuales se presenta en la figura 25.

Figura 19
Letreros sobre cómo desarrollar trabajos

CORPORACIÓN UNITELEC		FORMATO		Código: GP-506-F45	
PROYECTO: REFUERZOS 2 "AMPLIACIÓN SET PLANICIE"		Versión: 02		Fecha de aprobación: 29/09/2021	
CLIENTE: ISA PDI		Reporte: 005		Fecha: 29/09/2022	
CONTRATISTA: UNITELEC SAC		Código de contrato: PE-REF2-GP09		Fecha: 25/07/2022	
SUBESTACIÓN: SE LA PLANICIE 500 kV		Estructura: columnas segunda fase de Caseta 500kV		Código de contrato: PE-REF2-GP09	
PARTIDA GRAL.: Caseta red: 500 kV		Descripción: Caseta red: 500 kV		Control de obra: ISA PDI	
PARTIDA: Encofrado y desencofrado		Descripción: Encofrado de columnas segunda fase de Caseta 500kV		Subestación: SE LA PLANICIE	
PLANOS REF.: PE-REF2-GP09-S-04-0110 - REV2		Versión: 2-4		Zona de Trabajo: Patio 500 kV	
PLANOS REF.: PE-REF2-GP09-S-04-0102 - REV4					
Equipo de medición		Modelo	Serie	Certificado de calibración (fecha - final de vigencia)	
Estación total		Leica TS07 2 R500	2327389	29052022	29052023
Nivel topográfico		TOPCON VFS94750	AT64A	24/05/2022	24/05/2022
I. Descripción de equipo, portico, fundación, etc.:					
Encofrado de columnas segunda fase de Caseta 500kV					
II. Características del Encofrado					
Características del Encofrado					
Tiempo para desencofrado: 24h					
Tipo de Curador a utilizar: 2252CN					
Tipo de Curado: Agente Líquido					
IV. Esquema:					
V. Observaciones:					
Responsable de Calidad		Ing. Fabricio Medina Champitaz		V. H Control Interno	
		Firma de Residente de Obra Civil (Contratista)		Firma de Residente de Obra Civil (Control de obra)	
				Firma de validación adicional (*)	

En la figura 26 se evidencia el uso de controles visuales en las operaciones, dado que el trabajador cuenta con un letrero rojo para detener las acciones en caso sea necesario y dicho color refleja una alerta en el consciente de todos. Adicionalmente, el chaleco de color verde reflectivo indica la importancia de ser reconocido bajo un color característico que indique el área a la que pertenece.

Figura 20

Evidencia de uso de controles visuales



Fase 4: A prueba de errores (Poka-Yoke)

La última fase de las acciones de mejora comprende el sistema a prueba de errores (Poka – Yoke en japones) dado que indica mecanismos de gestión para lograr un cambio en la regulación de acciones para reducir al mínimo los problemas, inconvenientes y errores a causa de fallas de atención. En esta línea, se han desarrollado procedimientos escritos de trabajo (PET), tal como se indica en la figura 27.

Figura 21

Procedimiento escrito de trabajo

	PROCEDIMIENTO PROCEDIMIENTO DE MOVILIZACIÓN, DESCARGA DE CONTENEDORES Y MATERIALES	(4) UNI-OCC-PE-01 Ver. 00 Fecha: 18/04/2022 Pág. 1 de 18
---	--	---

**PROYECTO REFUERZOS 2, AMPLIACION PLANICIE
220/500KV**

**“MOVILIZACIÓN, DESCARGA DE CONTENEDORES Y
MATERIALES”**

DISTRIBUCIÓN	
A todos los colaboradores de la compañía	

Matriz control de cambios:		
Ver.	Fecha	Descripción
00	18.04.2022	Documento original

Elaborado por: Ingeniero QA Marco Medina Chumpitaz	Revisado por: Ingeniero HSE Robertojairo Mans Atana	Aprobado por: Ingeniero OC Jim Velásquez Mogollón
---	--	--


Ing. QA Marco Medina Chumpitaz
CIP 200048
Supl. HSE
Dpto. CCH 10997


Ing. HSE Robertojairo Mans Atana
CIP 18090
Supl. HSE
UNITELEC S.A.C.


Ing. OC Jim Velásquez Mogollón
CIP 18090
Supl. HSE
UNITELEC S.A.C.

	PROCEDIMIENTO PROCEDIMIENTO DE MOVILIZACIÓN, DESCARGA DE CONTENEDORES Y MATERIALES	(4) UNI-OCC-PE-01 Ver. 00 Fecha: 18/04/2022 Pag. 2 de 18
---	--	---

INDICE

MOVILIZACIÓN, DESCARGA DE CONTENEDORES Y MATERIALES	3
1. OBJETIVO:	3
2. ALCANCE:	3
3. REFERENCIAS:	3
4. DEFINICIONES:	4
5. RESPONSABILIDADES	5
5.1. Coordinador	5
5.2. Residente	5
5.3. Responsable de Calidad	6
5.4. Responsable HSE	7
5.5. Personal de salud ocupacional	8
5.6. Trabajadores (capataz, almacenero, operarios, ayudantes)	9
5.7. Conductor/Operador de Vehículo, Equipo Móvil	9
6. RECURSOS	10
6.1. RECURSOS HUMANOS:	10
6.2. MATERIALES	10
6.3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	10
7. PROCEDIMIENTO	11
7.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES	11
7.2. CONSIDERACIONES TÉCNICAS	11
7.3. SECUENCIA DE TRABAJO	12
A. Transporte de materiales	12
B. Transporte de personal	13
C. Señalización y delimitación de áreas de trabajo	13
D. Movilización y desmovilización de contenedores	13
7.4. TÉRMINO DE TRABAJO	14
7.5. CONSIDERACIONES HSE	15
7.6. CONSIDERACIONES DE CALIDAD	16
8. IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD	16
8.1. FLUJOGRAMA Y CONTACTOS DE EMERGENCIA:	16
9. ANEXOS	18



En la figura anterior se presenta el procedimiento de trabajo para la movilización, descarga de contenedores y materiales en el trabajo, dado que este punto representa un factor crítico de gran cantidad de errores por parte de los operarios. En primer lugar, se plantea el objetivo del proceso, los alcances y definiciones principales; por otro lado, es importante detallar las responsabilidades, recursos y procedimiento adecuado según los términos de trabajo. Finalmente, se plantea la identificación de controles de peligros y riesgos asociados a la actividad para mantener el cuidado de la salud y seguridad. En la misma línea, se diseñó un formato de inspección de riesgos y peligros para la obra.

La identificación de riesgos y peligros es un aspecto de gran cuidado en las operaciones de construcción, dado que los trabajadores se encuentran expuestos a gran cantidad de riesgos a nivel físico, biológico, mecánicos, entre otros. Para ello se ha propuesto un sistema de regulación como se muestra en la figura 28, que permitió mejorar este aspecto y así se realizaron los trabajos con el menor número de errores posibles.

Figura 22

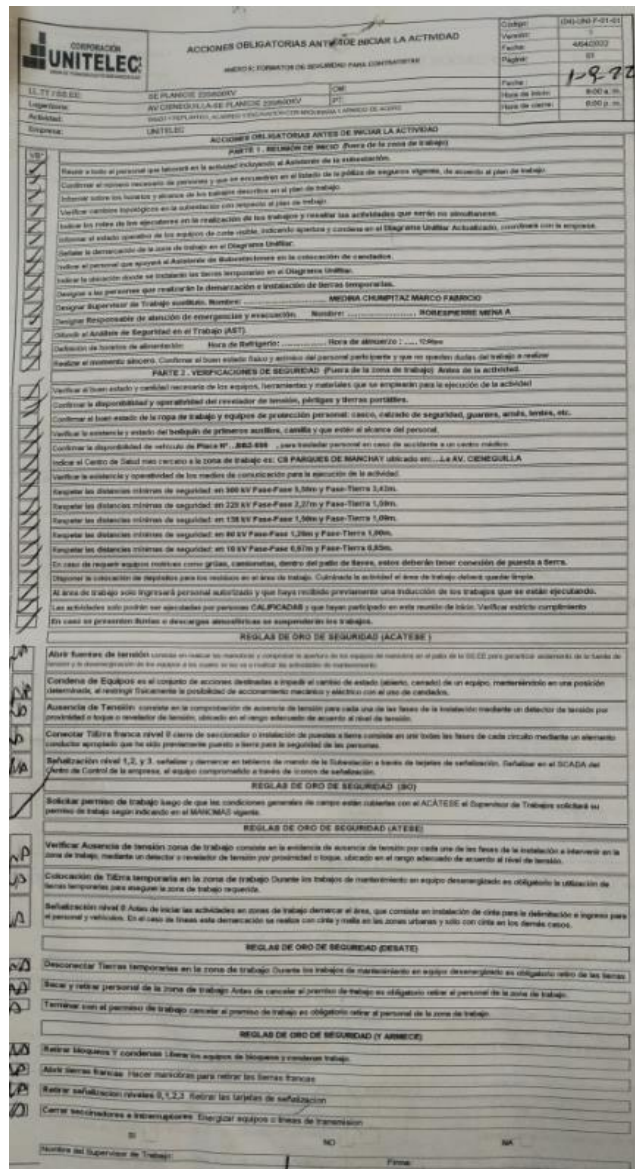
Formato de inspección de riesgos y peligros para obra

		INSPECCION DE RIESGOS Y PELIGROS			Código: FSST-2022
					Versión 4
					Pág: 1 de 2
					Fecha:
CARGO: _____					
NOMBRE DEL EMPLEADO _____					
REVISADO POR: _____					
C: CONTROLADO		NC: NO CONTROLADO		NA: NO APLICA	
ITEM	CLASIFICACION	C	NC	NA	ACCION A IMPLEMENTAR
A	RIESGOS FISICOS				
1	Temperaturas altas (planchas, soldadura)				
2	Temperaturas bajas (condiciones climáticas)				
3	Iluminación (Luz Visible por exceso o deficiencia)				
4	Ruido (De impacto, intermitente o continuo)				
5	Vibraciones				
6	Presión Atmosférica (Normal y Ajustada)				
7	Radiaciones no ionizantes (luz solar)				
B	RIESGOS QUIMICOS				
8	Humos metálicos, no metálicos				
9	Gases y vapores				
10	Líquidos (Nieblas y rocios)				
11	Fibras				
12	Polvos Orgánicos o inorgánicos				
13	Material particulado				
C	RIESGOS BIOLÓGICOS				
14	Virus, bacterias, hongos, parásitos				
15	Picaduras (Insectos)				
16	Mordeduras (Roedores, Caninos, Felinos, Serpientes, etc.)				
17	Fluidos o Excrementos				
D	RIESGOS PSICOSOCIALES				
18	Gestión Organizacional (Estilo de mando, pago, contratación, participación, inducción y capacitación, bienestar social,				
19	Características de la organización del trabajo (comunicación, tecnología, organización del trabajo, demandas cualitativas y				
20	Características del grupo social de trabajo (Relaciones, cohesión, calidad de interacciones, trabajo en equipo)				
21	Condiciones de la tarea (carga mental, contenido de la tarea, demandas emocionales, sistemas de control, definición de roles, monotonía, etc).				
22	Interfase persona - tarea (conocimientos, habilidades en relación con la demanda de la tarea, iniciativa, autonomía y reconocimiento, identificación de la persona con la tarea y la				
23	Jornada de trabajo (pausas, trabajo nocturno, rotación, horas extras, descansos).				
E	RIESGOS BIOMECAÑICOS				
18	Postura (prolongada de pie o sedente, mantenida, forzada,				
19	Esfuerzo				
20	Movimiento repetitivo				
21	Manipulación y transporte de Cargas				

De forma complementaria a la lista de acciones previas a la obra permite conocer los aspectos básicos antes de iniciar los trabajos, de esta manera es posible reducir el margen de error en las operaciones y cumplir con las exigencias de la empresa en búsqueda de una mejora de la productividad. Otro elemento importante dentro de las acciones de construcción es el empleo de EPP y para su control se muestra en la figura 29.

Figura 23

Formato de lista de acciones previas a la obra



El formulario muestra un encabezado con el logo de UNITELEC y el título "ACCIONES OBLIGATORIAS ANTES DE INICIAR LA ACTIVIDAD". Incluye datos de identificación como el código (041-UN-F-01-01), número de formulario (454/003) y el día (03). El proyecto es "AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN PLANICIE A 500KV" en el distrito de Planicie, provincia de Lima. El responsable es el "COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS".

El cuerpo del formulario está dividido en varias secciones:

- PARTE 1 - RETENCIÓN DE RIESGO:** Incluye ítems para verificar el estado de personal, equipos, y materiales; confirmar la disponibilidad de recursos; y verificar el estado de los equipos de protección personal (EPP).
- PARTE 2 - VERIFICACIONES DE SEGURIDAD:** Incluye ítems para verificar el estado de los equipos de protección personal, el estado de los equipos de protección colectiva (EPC), y el cumplimiento de las normas de seguridad.
- REGLAS DE ORO DE SEGURIDAD (ACATSE):** Incluye ítems para verificar el estado de los equipos de protección personal, el estado de los equipos de protección colectiva, y el cumplimiento de las normas de seguridad.
- REGLAS DE ORO DE SEGURIDAD (ATESE):** Incluye ítems para verificar el estado de los equipos de protección personal, el estado de los equipos de protección colectiva, y el cumplimiento de las normas de seguridad.
- REGLAS DE ORO DE SEGURIDAD (BOS):** Incluye ítems para verificar el estado de los equipos de protección personal, el estado de los equipos de protección colectiva, y el cumplimiento de las normas de seguridad.
- REGLAS DE ORO DE SEGURIDAD (ESATE):** Incluye ítems para verificar el estado de los equipos de protección personal, el estado de los equipos de protección colectiva, y el cumplimiento de las normas de seguridad.
- REGLAS DE ORO DE SEGURIDAD (Y ARMECE):** Incluye ítems para verificar el estado de los equipos de protección personal, el estado de los equipos de protección colectiva, y el cumplimiento de las normas de seguridad.

El formulario termina con un espacio para la firma del supervisor de trabajo y el responsable de la actividad.

En la figura 30, se muestra el formato de inspección de protección personal, donde indica la presencia de un sistema de control e inspección en el uso de elementos de protección personal, dado que es de gran importancia para las actividades en el sector; por lo tanto, se requiere de la inspección del adecuado empleo de casco de seguridad, lentes, protectores, guantes, entre otros. El formato anterior permite definir si el estado del uso se encuentra en forma buena, mala o no presenta su uso y a partir de dicha identificación lograr un control para la mejora continua. A partir de ello, será posible plantear acciones correctivas y preventivas en las operaciones de construcción a fin de lograr un mejor desempeño en base a contar con los elementos necesarios para cada tipo de actividad.

Figura 24

Formato de control de EPP

INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL																			
EMPRESA:												LUGAR:.....							
GERENCIA / DEPENDENCIA:.....												SUPERVISOR RESPONSABLE:.....							
ACTIVIDAD:.....												FECHA:.....							
No.	APELLIDOS Y NOMBRES	CASCO DE SEGURIDAD		LENTE DE SEGURIDAD		PROTECTOR AUDITIVO		RESPIRADOR		GUANTES DE CUERO		GUANTES DE JEBE		PROTECCIÓN FACIAL (CARETA)		BOTAS PUNTA DE ACERO		METODOS DE CONTROL	FIRMA
		USO	ESTÁ	USO	ESTÁ	USO	ESTÁ	USO	ESTÁ	USO	ESTÁ	USO	ESTÁ	USO	ESTÁ	USO	ESTÁ		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

INSTRUCCIONES:

USO: (SI) El trabajador SI usa el EPP, (NO) El trabajador NO usa	ESTADO: (B) Bueno, (M) Malo, (NR) No	METODOS DE CONTROL: (1) Instrucción, (2)
--	--------------------------------------	--

COMENTARIOS:

.....
 NOMBRE Y FIRMA DEL INSPECTOR

El empleo de EPP en el área de trabajo ha sido combinado con colores distintivos según la fase previa de control visual, dado que de dicha forma se permite un mejor sistema de operaciones para alcanzar la calidad total y realizar los trabajos de forma rápido, expresando un adecuado empleo de recursos como tiempo y dinero, tal como se muestra en la figura 31.

Figura 25

Evidencia de uso de EPP



Por otro lado, se ha diseñado un formato de inspección planificada para controlar las operaciones de construcción y velar por el cumplimiento de las buenas prácticas adoptadas durante la experiencia profesional.

En la figura 32, se detalla la inspección planificada, haciendo referencia a la necesidad de supervisar aspectos importantes en las operaciones de construcción a fin de evidenciar un sistema de trabajo adecuado y orientado a la calidad. Asimismo, se debe controlar el cumplimiento de exigencias de la empresa, la normativa vigente sobre la operatividad y el análisis del proceso con el personal participativo al 100%.

Figura 26

Formato de inspección planificada

INSPECCIÓN PLANIFICADA							
							Código:
							Versión:
							Fecha de aprob.:
DATOS DEL TITULAR MINERO							
RAZÓN SOCIAL:		<input type="text"/>	R.U.C.:		<input type="text"/>	DOMICILIO:	
ACTIVIDAD ECONOMICA:		<input type="text"/>	N° TRAB. EN CENTRO LABORAL:		<input type="text"/>		
AREA GENERAL:		<input type="text"/>	EMPRESA CONTRATISTA:		<input type="text"/>		
AREA INSPECCIONADA:		<input type="text"/>	HORA:	<input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>		
RESPONSABLE DEL AREA: <input type="text"/>							
INSPECTOR (ES): <input type="text"/>							
PERSONAL QUE PARTICIPO: <input type="text"/>							
OBJETIVO: <input type="text"/>							
<p style="font-size: small;">Nota: Para realizar la inspección planificada puede tomar como referencia el cuestionario, acto y condiciones subestandar descritos en El Libro.</p>							
Nro	Tipo MA/SSO	Acto o Condicion Observado	Tipo de Condición	Riesgo/Aspecto Ambiental	Accion Inmediata (Causa)	Responsable	Fecha Programada
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
<p style="font-size: small;">Leyenda</p> <p style="font-size: small;">MA: Medio Ambiente</p> <p style="font-size: small;">SSO: Seguridad y salud ocup.</p>							
Nro	Foto						
1							

En la figura 33 se muestra el formato para el registro de auditorías, donde indica las no conformidades en el sistema de operaciones a fin de alcanzar un adecuado desempeño; en consecuencia, es necesario detallar aspectos importantes en la gestión de operaciones respecto a responsables y medidas correctivas para el cambio positivo en la productividad. De forma complementaria, se presenta un formato de verificación de actividades críticas producto del sistema de controles planteado anteriormente.

Figura 27

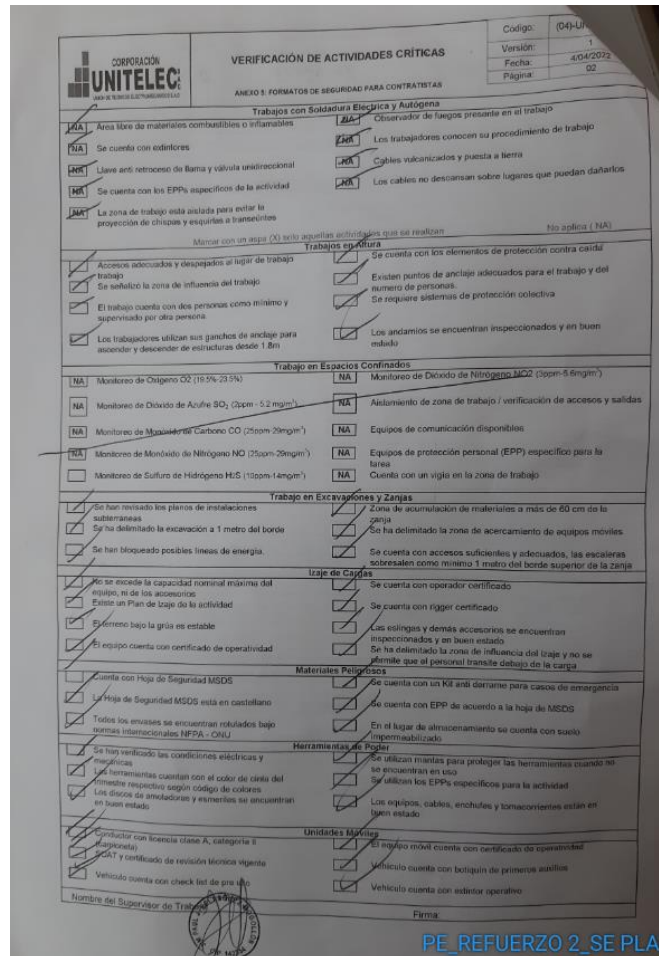
Registro de auditorías

REGISTRO DE AUDITORÍAS				
				Código: SMI-F07
				Versión: 008
				Fecha:
N° REGISTRO				
DATOS GENERALES				
1. RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	2. RUC	3. DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)	4. ACTIVIDAD ECONOMICA	5. N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL
6. NOMBRE(S) DEL (DE LOS) AUDITOR(ES)			7. N° DNI	
8. FECHAS DE AUDITORÍA	9. PROCESOS AUDITADOS	10. NOMBRE DE LOS RESPONSABLES DE LOS PROCESOS AUDITADOS		
11. NÚMERO DE NO CONFORMIDADES	12. INFORMACIÓN A ADJUNTAR			
MODELO DE ENCABEZADOS PARA EL PLAN DE ACCIÓN PARA EL CIERRE DE NO CONFORMIDADES				
13. DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD		14. CAUSAS DE LA NO CONFORMIDAD		
15. DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS	16. NOMBRE DEL RESPONSABLE	17. FECHA DE EJECUCIÓN		18. Completar en la fecha de ejecución propuesta, el ESTADO de la implementación de la medida correctiva (realizada, pendiente, en ejecución)
19. RESPONSABLE DEL REGISTRO				
NOMBRE:				
CARGO:				
FECHA:				
FIRMA:				

El formato de verificación de actividades críticas permite organizar los trabajos de control para concentrarse en aquellos elementos que requieren mayor atención por parte del equipo de trabajo; en este sentido, los encargados de cada aspecto delimitan el cumplimiento de factores para elevar la productividad y regularizar el empleo de recursos productivos, tales como tiempo y dinero. Asimismo, en la experiencia profesional se ha visto en la necesidad de desarrollar formatos de permiso en los trabajos, lo cual indica de forma específica las acciones a realizar en la figura 34.

Figura 28

Formato de verificación de actividades críticas



VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES CRÍTICAS
ANEXO B. FORMATOS DE SEGURIDAD PARA CONTRATISTAS

Trabajos con Soldadura Eléctrica y Autógena

- Área libre de materiales combustibles o inflamables
- Se cuenta con extintores
- Línea anti-retroceso de flama y válvula unidireccional
- Se cuenta con los EPPs específicos de la actividad
- La zona de trabajo está aislada para evitar la proyección de chispas y esquirlas a transmisores
- Los trabajadores conocen su procedimiento de trabajo
- Cables vulcanizados y puesta a tierra
- Los cables no descansan sobre lugares que puedan dañarlos

Trabajos en Espacios Confinados

- Accesos adecuados y despejados al lugar de trabajo
- Se señalizó la zona de influencia del trabajo
- El trabajo cuenta con dos personas como mínimo y supervisado por otra persona
- Los trabajadores utilizan sus gancho de anclaje para ascender y descender de estructuras desde 1.8m
- Se cuenta con los elementos de protección contra caídas
- Existen puntos de anclaje adecuados para el trabajo y del número de personal
- Se requiere sistemas de protección colectiva
- Los andamios se encuentran inspeccionados y en buen estado

Trabajo en Excavaciones y Zanjas

- Se han revisado los planos de instalaciones subterráneas
- Se ha delimitado la excavación a 1 metro del borde
- Se han bloqueado posibles líneas de energía
- Zona de acumulación de materiales a más de 60 cm de la zanja
- Se ha delimitado la zona de acercamiento de equipos móviles
- Se cuenta con accesos suficientes y adecuados, las escaleras sobresalen como mínimo 1 metro del borde superior de la zanja

Trabajo de Cargas

- No se excede la capacidad nominal máxima del equipo, ni de los accesorios
- Existe un Plan de Tránsito de la actividad
- El terreno bajo la grúa es estable
- El equipo cuenta con certificado de operatividad
- Se cuenta con operador certificado
- Se cuenta con rigger certificado
- Las eslingas y demás accesorios se encuentran inspeccionados y en buen estado
- Se ha delimitado la zona de influencia del trazo y no se permite que el personal transite debajo de la carga

Materiales Peligrosos

- Cuenta con Hoja de Seguridad MSDS
- La Hoja de Seguridad MSDS está en castellano
- Todos los envases se encuentran rotulados bajo normas internacionales NFPA - ONU
- Se cuenta con un Kit anti derrame para casos de emergencia
- Se cuenta con EPP de acuerdo a la hoja de MSDS
- En el lugar de almacenamiento se cuenta con suelo impermeabilizado

Herramientas de Trabajo

- Se han verificado las condiciones eléctricas y mecánicas
- Las herramientas cuentan con el color de cinta del manillar respectivo según código de colores
- Los discos de amoladoras y esmeriles se encuentran en buen estado
- Se utilizan mantas para proteger las herramientas cuando no se encuentran en uso
- Se utilizan los EPPs específicos para la actividad
- Los equipos, cables, enchufes y tomacorrientes están en buen estado

Unidades Móviles

- Conductor con licencia clase A, categoría II (operativa)
- CAT y certificado de revisión técnica vigente
- Vehículo cuenta con check list de pre-tránsito
- El equipo móvil cuenta con certificado de operatividad
- Vehículo cuenta con botiquín de primeros auxilios
- Vehículo cuenta con conductor operativo

Nombre del Supervisor de Trabajo: _____ Firma: _____

En la figura 35, se muestra el formato de permiso de trabajo, el cual es de gran utilidad puesto que cuenta con información respecto a la ubicación de las actividades, el trabajo específico a realizar, el horario asignado a cada acción y los requerimientos para este proceso. En base a dichas herramientas es posible una menor cantidad de errores en las operaciones y orientar el enfoque hacia la calidad.

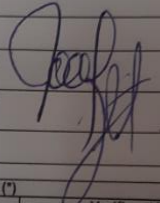
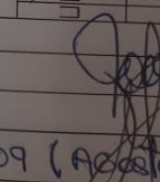
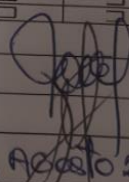
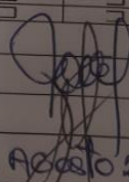
Figura 29

Formato de permiso de trabajo en subestaciones

Permiso de Trabajo en Subestaciones

Código: 08-F-05
Versión: 05
Fecha: 12/11/2021

(FORMATO DE PERMISO DE TRABAJO - VER MANOMAS ANEXO 11)

DT: DTC	Subestación / Correlativo N°: PLANICIE (CTM) / 537	Fecha: 01/08/2022	N° OM: NA-PROYECTO	
Plan de trabajo (SAP): R0092847	Clase Consignación: NA () N () L (X) SC ()	PdT Integrador: SI () NO (X)	PdT Dependiente(s): NA	
Supervisor de Trabajo: JIM VELASQUEZ MOGOLLON	N° Telefono:	Cantidad de Personal: 40		
Supervisor Sustituto: MARCO FABRICIO MEDINA	Empresa Ejecutora: UNITELEC			
Celda/Equipo: PATIO DE LLAVES 220/500 KV	Propietario del Activo: ISA CTM			
Trabajo a Realizar: OBRAS CIVILES.TRAZO,REPLANTEO,ACARREO, EXCAVACION CON MAQUINARIA ARMADO DE ACERO Y ENCOFRADO Y VACIADO DE CONCRETO	Condición: NA (X)		Apertura () RiDi () Pd5 () TcT ()	
Requiere Tierras Francas: SI () NO (X) En:	Requiere Tierras Temporarias: SI () NO (X)		Cantidad (Jgo): (*)	
Requiere maniobras de prueba: SI () NO (X)				
Horario Programado: De: 08:00 a: 17:00 Horas				
OTORGAMIENTO				
HORA: 08:20:00	Ingeniero/Asistente de Subestación Nombre: CCACERES	Firma: 		
	Supervisor de Trabajo: Nombre: JIM VELASQUEZ MOGOLLON	Firma: 		
OBSERVACIONES:				
Lista de chequeo de instalación de tierras temporarias (*)				
N° Tierra	Ubicación (Tres fases)	Fecha	Verificación	
			Instalada	Retirada
T1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T6			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CANCELACIÓN				
HORA: 17:00	Ingeniero/Asistente de Subestación Nombre: CCACERES	Firma: 		
	Supervisor de Trabajo: Nombre: JIM VELASQUEZ MOGOLLON	Firma: 		
OBSERVACIONES: se ha creado Plan R0092909 (Ago 22)				

El análisis del control de acciones para evitar los errores culmina con el diseño de un cronograma de auditorías, por tal motivo se realizó un cronograma para un horizonte temporal de 12 meses en donde se consideraron auditorías programadas y no programadas para mejorar el desempeño en base a 3 estrategias. La primera refiere la importancia de elevar la productividad en base a una adecuada gestión del tiempo y costo, la segunda indica el control de las operaciones de construcción con actividades e indicadores respecto a la operatividad del trabajo y la última estrategia refiere la importancia del cumplimiento de actividades importantes como la calidad de obra, trabajo en equipo, orden y limpieza, capacitación y estandarización. La evidencia de su realización dentro de la experiencia profesional se presenta en la figura 36.

En la figura 37 se evidencia que se ha respetado el cumplimiento de las buenas prácticas mediante el sistema de controles y supervisiones para reducir los errores en las operaciones de construcción. A partir de ello, se debe evaluar los cambios en indicadores clave para el cálculo de la productividad.

Figura 30

Evidencia de supervisiones y controles en el trabajo



Evaluación de la mejora

Análisis de la variable independiente: Lean Construction

En la presente sección se resume la información obtenida durante la etapa posterior y previa a la implementación de la metodología Lean Construction, donde se consideran las dimensiones del Lean, tales como tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo de manera mensual. Cabe resaltar que para el cálculo del porcentaje de cumplimiento de toma como base un tiempo de 30 días al mes por 8 horas por 60 minutos (30x8x60 minutos de trabajo total).

En la tabla 10 se muestra la evolución total de las dimensiones del Lean Construction, tales como el tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo a lo largo de la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología.

Tabla 5

Evolución global de la metodología Lean Construction

Escenario	Periodo	Tiempo productivo	Tiempo total	%TP	Tiempo contributivo	Tiempo total	%TC	Tiempo no contributivo	Tiempo total	%TNC
Previo	Set. 2021	4340	14400	30.1%	7510	14400	52.2%	2550	14400	17.7%
	Oct. 2021	4816	14400	33.4%	7660	14400	53.2%	1924	14400	13.4%
	Nov. 2021	5180	14400	36.0%	7472	14400	51.9%	1748	14400	12.1%
	Dic. 2021	4340	14400	30.1%	7347	14400	51.0%	2713	14400	18.8%
	Ene. 2022	4210	14400	29.2%	7561	14400	52.5%	2629	14400	18.3%
	Feb. 2022	3430	14400	23.8%	7939	14400	55.1%	3031	14400	21.0%
	Mar. 2022	5040	14400	35.0%	7682	14400	53.3%	1678	14400	11.7%
	Abr. 2022	5540	14400	38.5%	6896	14400	47.9%	1964	14400	13.6%
Posterior	May. 2022	5890	14400	40.9%	6024	14400	41.8%	2486	14400	17.3%
	Jun. 2022	6340	14400	44.0%	5866	14400	40.7%	2194	14400	15.2%
	Jul. 2022	6690	14400	46.5%	5679	14400	39.4%	2031	14400	14.1%
	Ago. 2022	7150	14400	49.7%	5500	14400	38.2%	1750	14400	12.2%

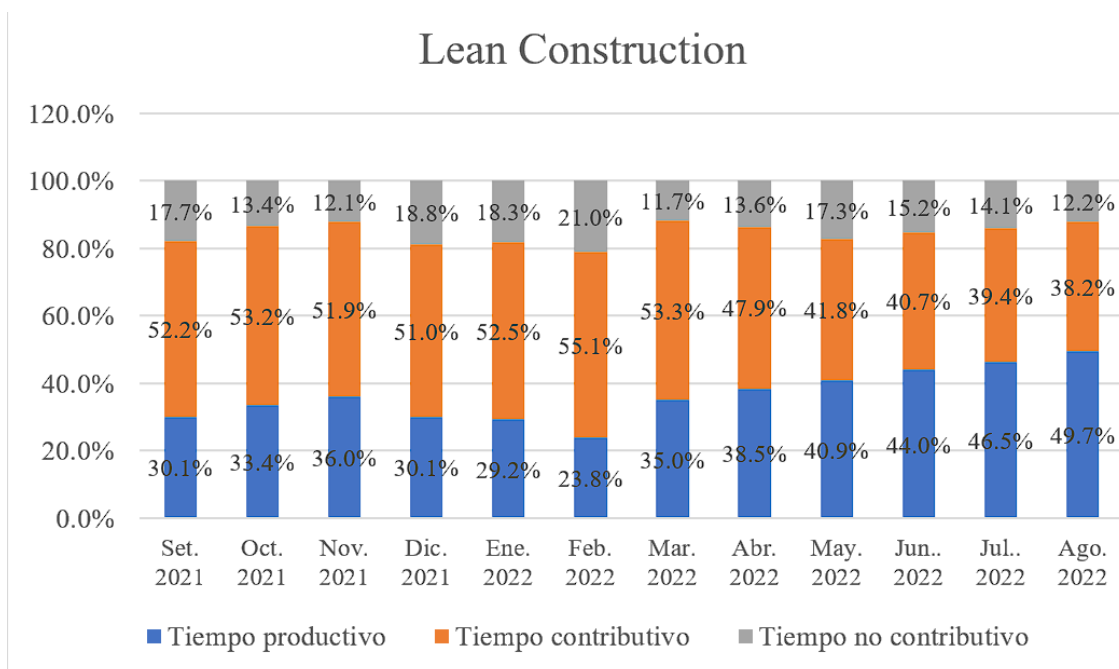
Es así que se observa que el comportamiento del tiempo productivo incrementó de manera considerable luego de la implementación de la metodología (marzo 2022), logrando un 35% de nivel de cumplimiento para dicho periodo e incrementándose hasta 49.7% en el último mes (agosto 2022). A su vez, el tiempo contributivo mejoró desde marzo, alcanzando un 53.3% de cumplimiento y logrando su mínimo de 38.2% en el último mes (agosto 2022).

Por su parte, el tiempo no contributivo se redujo considerablemente, disminuyendo a 11.7% en el mes 7 y alcanzando su nivel mínimo de 12.2% en agosto 2022.

En la figura 38 se muestra un análisis de la evolución de la metodología Lean construction, esto quiere decir, del tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo. En primer lugar, se observa que el tiempo productivo disminuyó notablemente durante los meses previos a la implementación de la metodología; sin embargo, a partir de la implementación (marzo 2022), las cifras mejoraron hasta alcanzar un máximo de 49.7% en agosto 2022. De manera análoga, el tiempo contributivo también experimentó mejoras posteriores a la implementación de la metodología, pasando de 52.2% en setiembre 2021 a 38.2% en agosto 2022. Además, se redujo el tiempo no contributivo, mejorando los indicadores hasta lograr el mínimo de 12.2% al finalizar la etapa posterior a la implementación.

Figura 31

Evolución de la metodología Lean Construction



Análisis de la variable dependiente: Productividad

Luego, se presenta la información recolectada de la variable productividad durante la etapa previa y posterior a la implementación de la metodología Lean Construction. Asimismo, se muestran los valores de los recursos empleados y el avance real que permiten el cálculo.

En la tabla 11 se muestra la evolución global de la productividad; se evidencia que a partir de la implementación de la metodología (marzo 2022) se incrementaron los recursos asignados hasta los S/ 327,880 soles y los recursos empleados alcanzaron los S/ 303,945, alcanzando un nivel de 92.7%

Tabla 6

Evolución global de la productividad

Escenario	Periodo	Recursos empleados	Recursos asignados	Cumplimiento de costos	Avance real (%)	Avance programado (%)	Cumplimiento de tiempo	Productividad
Previo	Set. 2021	S/ 36,335	S/ 40,149	90.5%	3.61%	4.51%	80.0%	72.4%
	Oct. 2021	S/ 65,068	S/ 73,606	88.4%	3.11%	4.51%	69.0%	61.0%
	Nov. 2021	S/ 83,516	S/ 93,680	89.2%	4.97%	6.46%	76.9%	68.6%
	Dic. 2021	S/ 129,098	S/ 145,873	88.5%	5.21%	7.30%	71.4%	63.2%
	Ene. 2022	S/ 211,744	S/ 240,892	87.9%	4.59%	6.20%	74.1%	65.1%
	Feb. 2022	S/ 245,348	S/ 281,040	87.3%	5.05%	7.58%	66.7%	58.2%
	Mar. 2022	S/ 303,945	S/ 327,880	92.7%	9.35%	10.75%	87.0%	80.6%
Posterior	Abr. 2022	S/ 336,405	S/ 361,338	93.1%	9.77%	10.75%	90.9%	84.6%
	May. 2022	S/ 356,547	S/ 374,721	95.2%	11.66%	13.41%	87.0%	82.7%
	Jun. 2022	S/ 287,993	S/ 298,438	96.5%	8.47%	9.32%	90.9%	87.7%
	Jul. 2022	S/ 215,959	S/ 220,817	97.8%	11.89%	12.49%	95.2%	93.1%
	Ago. 2022	S/ 214,869	S/ 218,141	98.5%	6.52%	6.72%	97.0%	95.6%

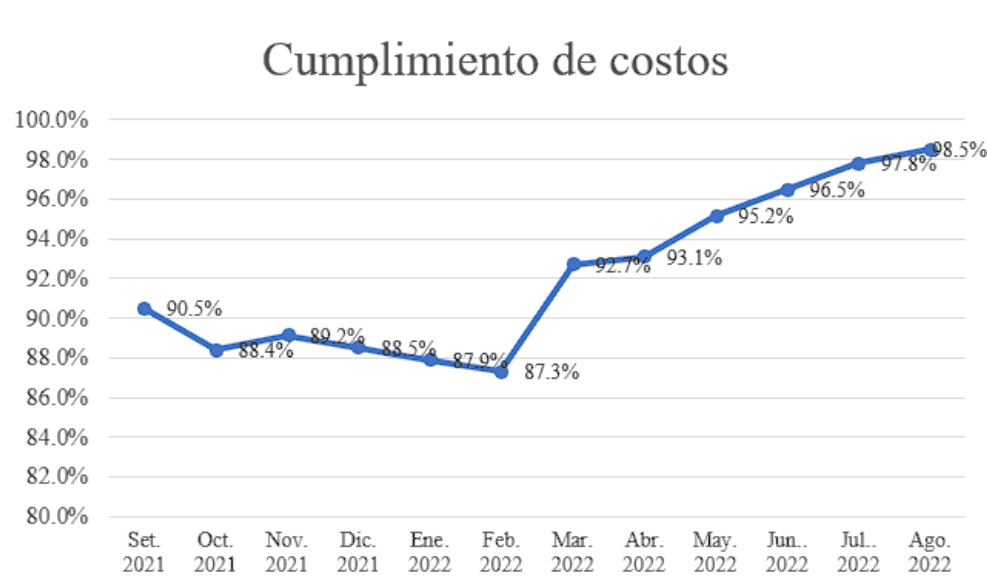
Seguidamente, el valor de los recursos empleados se acercó al monto de recursos asignados, por lo que el nivel de cumplimiento de tiempo mejoró hasta alcanzar su máximo de 98.5% en agosto 2022. A su vez, la evolución global muestra que luego de la implementación de la metodología (marzo 2022) el nivel mejoró a 87%, ello como resultado de un mayor avance real (9.35%) en proporción al avance programado (10.75%); seguidamente, se mejoró hasta lograr su máximo de 97% en agosto 2022. Por lo tanto, el nivel de productividad también experimentó mejoras paulatinas a lo largo de la etapa

posterior a la implementación, pasando de 72.4% en el mes 1 y 80.6% en el mes 7 a 95.6% en el mes 12.

En la figura 39 se muestra la evolución total de los niveles de cumplimiento de costos, donde se refleja claramente un incremento de las cifras a partir de marzo 2022, periodo en el cual se llevó a cabo la implementación de las mejoras en Lean Construction. Es decir, la implementación del Lean Construction mejora el desempeño de los recursos e incrementa de un 87.3% en febrero 2022 a un 98.5% en agosto 2022. También, se dice que los recursos empleados se utilizaron cada vez mejor respecto a los recursos asignados.

Figura 32

Evolución total de cumplimiento de costos



Para la evolución total de cumplimiento de tiempo, que se presenta en la figura 40, se muestra gráficamente su evolución total a lo largo de la etapa previa y posterior (12 meses) a la implementación de la metodología. Se resalta que a partir de marzo 2022 existe una mejora que ascendiendo a 87%; luego, en abril 2022, se registró un nivel de cumplimiento de 90.9%. Para mayo 2022 se registró un descenso hasta el 87%; sin embargo, durante los meses siguientes se presentaron aumentos constantes, hasta lograr un nivel máximo de 97% en

setiembre 2022. La mejora se explica debido a la mejora de los avances reales respecto a los avances programados durante la etapa posterior a la implementación.

Figura 33

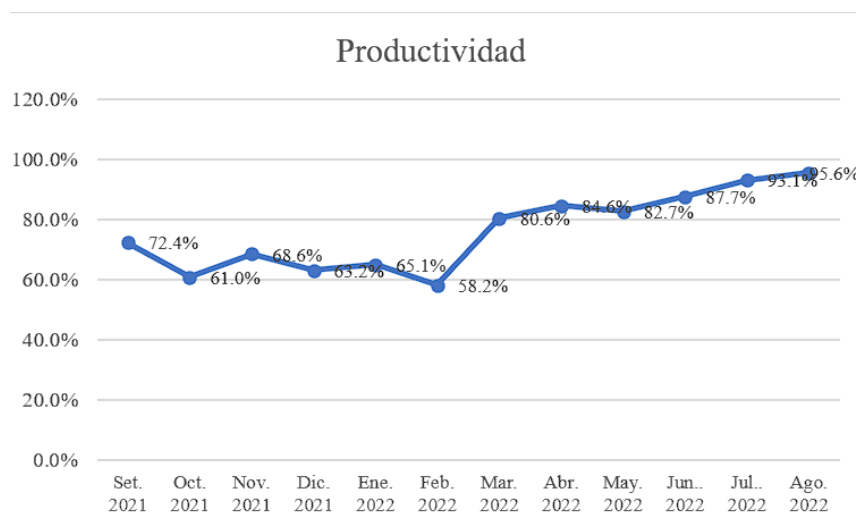
Evolución total de cumplimiento de tiempo



En la figura 41, se muestra la evolución total de la variable productividad. El grafico expuesto permite corroborar que a medida que se incrementa el cumplimiento de costos y tiempo del proyecto, se incrementan los niveles de productividad.

Figura 34

Evolución total de la productividad



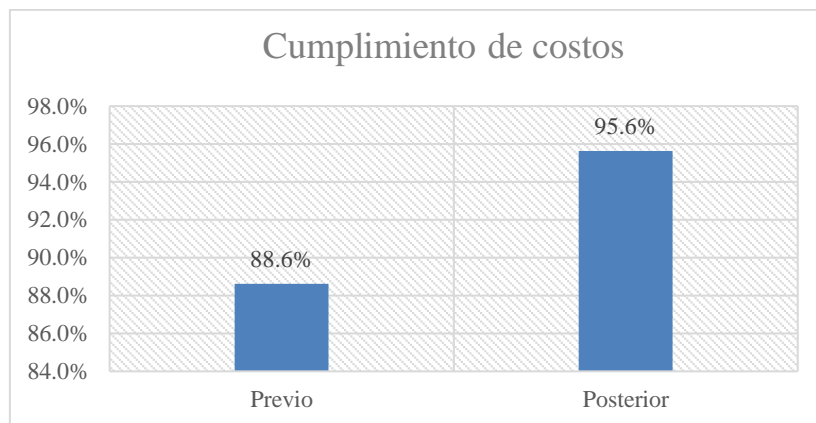
Es así que a partir del mes de implementación (marzo 2022) del Lean Construction se logra un nivel de productividad de 80.6%, cifra mayor a todos los niveles alcanzados durante la etapa previa a la implementación; seguidamente, durante los meses siguientes, la productividad experimenta incrementos constantes, logrando su nivel máximo de 95.6% en setiembre 2022. En consecuencia, las mejoras en Lean Construction permiten incrementar los niveles de productividad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En primer lugar, se concluye que con la aplicación de las herramientas del Lean Construction: 5S, Poka-Yoke y Andon se mejoró el cumplimiento de costos, dado que se pasa de un promedio previo de 88.6% a 95.6% en el escenario posterior, como se muestra en la figura 42, donde se aprecia la comparación del cumplimiento de costos.

Figura 35

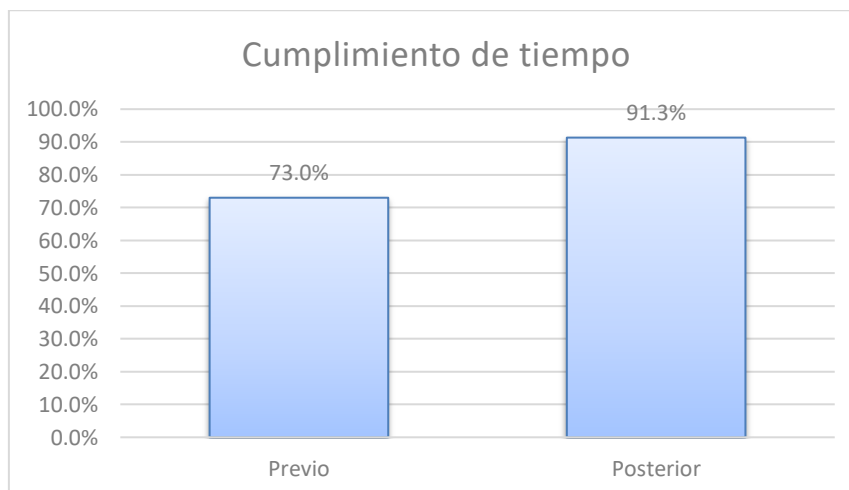
Comparación del cumplimiento de costos



En segundo lugar, en la figura 43 se aprecia la comparación del cumplimiento de tiempo, en donde se concluye que con la aplicación del Lean Construction se mejora el cumplimiento del tiempo, en tanto que se incrementó desde 73.0% a 91.3%.

Figura 36

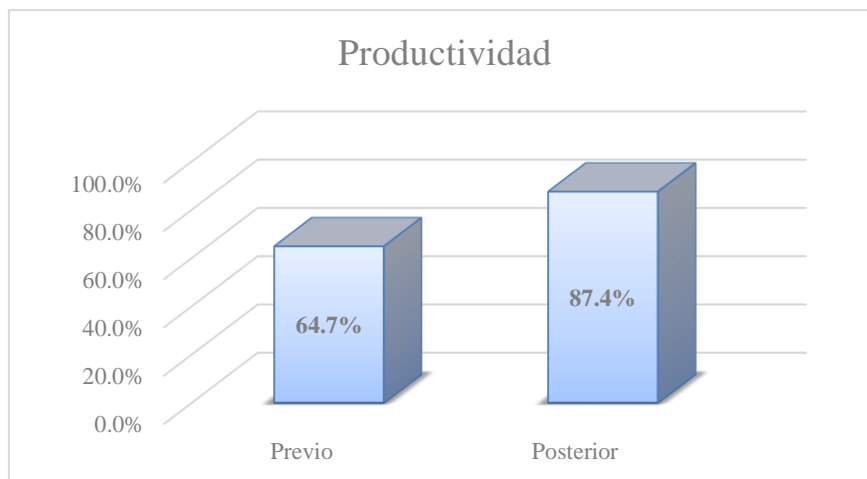
Comparación del cumplimiento de tiempo



Finalmente, se concluye que con la aplicación de la metodología Lean Construction, se incrementó la productividad en el proyecto de ampliación de subestación Planicie a 500 kV, Lima durante el periodo 2022, debido a que se pasó de un promedio previo de 64.7% a 87.4% en el escenario posterior, lo cual permite señalar que la mejora de solución basada en Lean fue efectiva y adecuada para el proyecto. En la figura 44 se muestra la comparación de la productividad.

Figura 37

Comparación de la productividad



CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se concluye que, con la aplicación del Lean Construction se incrementó la productividad en el proyecto de ampliación de la subestación Planicie a 500 kV. de 64.7% a 87.4% entre el periodo de setiembre del 2021 hasta agosto del 2022, asimismo, el cumplimiento de costos, pasó de 88.6% a 95.6% entre el periodo de setiembre del 2021 hasta agosto del 2022, mientras que, el cumplimiento de tiempo, se incrementó de 73.01% a 91.33% entre el periodo de setiembre del 2021 hasta agosto del 2022.

Las conclusiones deben sustentar cuáles y cómo aplicó sus competencias profesionales en su experiencia laboral

Con mi experiencia laboral participando en diferentes proyectos del sector eléctrico, y con los conocimientos académicos aprendidos en la Universidad Privada del Norte (UPN), me permitió desarrollar este trabajo de suficiencia profesional, haciendo uso de las diferentes metodologías de la Ingeniería Industrial, tales como, el Lean Construction y sus diferentes herramientas de gestión.

Lecciones aprendidas

Las lecciones aprendidas como recurso de mejora para otros proyectos, sean actuales o futuros con la aplicación de Lean Construction y sus herramientas dan como resultado una mejora en el desempeño de costos y tiempos, es decir, permite lograr mayor control en la gestión de recursos, por lo tanto, se puede concluir que la aplicación de esta metodología al inicio, durante y al cierre de proyectos permitirá mejores controles y resultados efectivos para la empresa. Así mismo otra lección importante es contar con la asesoría de especialistas y personas en posiciones estratégicas adecuadamente capacitadas. Por último, contar con la

motivación de los implementadores y el apoyo permanente de la gerencia general de la compañía.

Recomendaciones

En esta última sección se presentan las recomendaciones de la investigación a fin de continuar con las mejoras y buenas prácticas desarrolladas durante la experiencia profesional; en este sentido, se menciona lo siguiente.

Se recomienda que la dirección de la empresa pueda aplicar un programa de capacitación certificada específica para cada una de las actividades de construcción, este punto sería de gran importancia para la reducción de los tiempos en las operaciones y se lograría una entrega de los avances según lo planificado.

Por último, se recomienda al supervisor del área de operaciones cumplir con el cronograma de auditorías a fin de controlar las operaciones de construcción y mantener el cambio positivo en el desempeño de los trabajadores en búsqueda de continuar con el incremento de la productividad.

REFERENCIAS

- Ahmed, S., & Sobuz , H. (2020). Challenges of implementing lean construction in the construction industry in Bangladesh. *Smart and Sustainable Built Environment* 9 (2), 174-207. doi:<https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2019-0018>
- Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J., & Aldavert, X. (2018). *Guía práctica 5S para la mejora continua: La base del Lean*. Madrid, España: Alda Talent S.L.
- Anaya Tejero, J. (2016). *Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica*. Madrid, España: ESIC Editorial.
- Ankomah, E., Ayarkwa, J., & Agyekum, K. (2020). Status of lean construction implementation among small and medium building contractors (SMBCs) in Ghana. *Journal of Engineering, Design and Technology* 18 (6), 1691-1709. doi:<https://doi.org/10.1108/JEDT-12-2019-0345>
- Arias Barahona, A. (2021). *Desarrollo de metodologías para mejora de la productividad del Acueducto Municipal de Paraíso bajo principios de Lean Construction (Tesis de Licenciatura)*. San José, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12435>
- Arrogante Ramirez, A. (2018). *Organización de eventos empresariales*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Awad, T., Guardiola, J., & Fraíz, D. (2021). Sustainable Construction: Improving Productivity through Lean Construction. *Sustainability* 13 (24), 13877. doi:<https://doi.org/10.3390/su132413877>
- Bajjou, M., & Chafi, A. (2018). Lean construction implementation in the Moroccan construction industry: Awareness, benefits and barriers. *Journal of Engineering,*

Design and Technology 16 (4), 533-556. doi:<https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2018-0031>

Ballé, M., Jones, D., Chaize, J., & Fiume, O. (2018). *Estrategia lean: Utilizar lean para crear ventaja competitiva, generar innovación y facilitar el crecimiento sostenible*. Madrid, España: Profit Editorial.

Barnó Martínez, L., & Stepie, A. (2019). *Eficiencia y productividad en arquitectura*. Madrid, España: Libros de la Catarata.

Botero Botero, L. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Medellín, Colombia: Editorial EAFIT.

Brioso, X. (2015). Teaching Lean Construction: Pontifical Catholic University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. *Procedia Engineering* Vol 123, 85-93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.062>

Buzón Quijada, J. (2019). *Lean Manufacturing*. Málaga, España: Editorial ELEARNING S.L.

Calderon, C., & Brioso, X. (2018). Lean, BIM and Augmented Reality Applied in the Design and Construction Phase: A Literature Review. *International Journal of Innovation, Management and Technology* 9 (1), 60-63. doi:doi: 10.18178/ijimt.2018.9.1.788

Cano Moya, S. (2021). *Modelo sistémico de evolución de Lean Construction, SLC-Emodel*. Cali, Colombia: Programa Editorial de Universidad del Valle.

Cuatrecasas Arbós, L., & González Babón, J. (2017). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación*. Barcelona, España: Profit Editorial.

De La Vega Rozas, H., Palomino Venero, J., Gutiérrez Hombre, H., & Salcedo Sota, E. (2018). *Mejora de la productividad implementando el sistema Lean construction en la ejecución de obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas* Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos (Tesis de Maestría). Lima, Perú:

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624257>

Erazo Rondinel, A., & Huaman Orosco, C. (2021). Exploratory Study of the Main Lean Tools in Construction Projects in Peru. *Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29)*, 542–551. doi:doi.org/10.24928/2021/0213

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: Mc Graw Hill.

Huaman Orosco, C., & Erazo Rondinel, A. (2021). An Exploratory Study of the Main Barriers to Lean Construction Implementation in Peru. *Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29)*, 474-483. doi:<https://doi.org/10.24928/2021/0173>

Kari Benites, R. (2020). *Aplicación de Lean Construction para la optimización de la productividad en el mantenimiento rutinario del camino vecinal tramo: Villagloria-Abancay, 2020 (Tesis de Licenciatura)*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60414>

Latorre, A., Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes De La Construcción 71 (556)*, e313. doi:<https://doi.org/10.3989/ic.67222>

Li, L., Li, Z., Li, X., & Wu, G. (2019). A review of global lean construction during the past two decades: analysis and visualization. *Engineering, Construction and Architectural Management 26 (6)*, 1192-1216. doi:<https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0133>

Mamani Zela, T. (2021). *Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 - 2019 (Tesis de*

- Licenciatura*). Juliaca, Perú: Universidad Peruana Unión. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4326>
- Mano, A., Gouvea, S., & Pinheiro, E. (2021). Criticality assessment of the barriers to Lean Construction. *International Journal of Productivity and Performance*, 65-86. doi:<https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2018-0413>
- Marín, N., & Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima. *Revista Científica Pakamuros* 8 (3), 13-24. doi:<https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i3.135>
- Martinez, E., Reid, C., & Tommelein, I. (2019). Lean construction for affordable housing: a case study in Latin America. *Construction Innovation* 19 (4), 570-593. doi:<https://doi.org/10.1108/CI-02-2019-0015>
- Méndez Delgado, F. (2017). *Los procesos industriales y el medio ambiente: Un nuevo paradigma*. Bogotá, Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
- Millones Mateus, M. (2020). Metodología de gestión basada en lean construction y pmbok; Para mejorar la productividad en proyectos de construcción. *Veritas Journal* 21 (2), 39-44. doi:<https://doi.org/10.35286/veritas.v21i2.276>
- Murcia Murcia, J., Díaz Piraquive, F., Medellín Duarte, V., Santana Vilorio, L., Oñate Bello, G., Rodríguez Murcia, S., . . . Rodríguez López, G. (2019). *Proyectos: Formulación y criterios de evaluación*. Bogotá, Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Jesús, P., & Romero, E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

- Pan, W., & Pan, M. (2022). Rethinking lean synergistically in practice for construction industry improvements. *Engineering, Construction and Architectural Management Vol 2022*. ISSN: 0969-9988, 1-22. doi:<https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2021-0346>
- Pérez Gómez, G., Del Toro Botello, H., & López Montelongo, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI 7 (14) ISSN-e 2387-0893*, 110-121. doi:<https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Pillo Bombón, D. (2021). *Mejora de la productividad en la construcción de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Quito mediante la aplicación de Lean Construction (Tesis de Maestría)*. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25927>
- Príncipe Cotillo, G. (2018). *La investigación científica. Teoría y metodología*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Jaime Bausate y Meza.
- Rajadell Carreras, M. (. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos.
- Rojas López, M., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. (2017). Lean construction - LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías 16 (30)*, 115-128. doi:<https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>
- Ruiz Larrocha, E. (2017). *Nuevas tendencias en los sistemas de información*. Madrid, España: Centro de Estudios Ramón Areces.
- Sarhan, J., Xia, B., Fawzia, S., Karim, A., & Olanipekun, A. (2018). Barriers to implementing lean construction practices in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) construction industry. *Construction Innovation 18 (2)*, 246-272. doi:<https://doi.org/10.1108/CI-04-2017-0033>

Socconini Perez, L. (2020). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. Barcelona, España: Marge Books.

Socconini Pérez, L., & Barrantes Verdín, M. (2020). *El proceso de las 5'S en acción*. Barcelona, España: Marge Books.

Uribe Macías, M. (2017). *Gerencia del servicio: Alternativa para la competitividad*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Valderrama, S. (2019). *Pasos para Elaborar Proyectos de investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.

ANEXOS

Anexo 1

Formato de acta de reunión Semanal








ACTA N° 02 REUNIÓN SEMANAL DE CONTROL DE OBRA SUBESTACIÓN LA PLANICIE

1. Datos Generales:

PROYECTO : OBRAS CIVILES EN LA SUBESTACIÓN LA PLANICIE –
 PROYECTO REFUERZOS 2
CONTRATO : CTM-GP-018-2022
SUBESTACIÓN : LA PLANICIE
LUGAR DE REUNIÓN : SALA DE REUNIONES DE LA SUPERVISIÓN PDI
FECHA : 03/05/2022
HORA DE INICIO : 10:00 AM
HORA DE TÉRMINO : 11:00 AM

2. PARTICIPANTES:

N°	Nombres y apellidos	Cargo	Empresa	Firma
1	Alex Vásquez Gonzales	Supervisor Civil	PDI	
2	Lady Falen Ladines	Supervisor HSQE	PDI	
3	Jim Velásquez Mogollón	Ing. Residente	UNITELEC	
4	Robespierre Mena Arana	Supervisor HSE	UNITELEC	
5	Marco Medina Chumpitaz	QA_QC	UNITELEC	

3. Agenda:

De:	A:	Asunto
10:00 am	10:20 am	Asuntos de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente (SSTMA)
10:20 am	10:30 am	Asuntos administrativos, logísticos y sociales
10:30 am	10:40 am	Asuntos técnicos, ingeniería y calidad
10:40 am	10:50 am	Revisión del Programa Anual de Salud Ocupacional y Medio Ambiente – PASSOMA
10:50 am	11:00 am	Acuerdos



Anexo 2

Contenido de informe semanal

PROYECTO INFORME SEMANAL

1. DISEÑO Y LISTADO DE ACTIVIDADES

Durante la semana se realizaron actividades de obra civil tales como:

- Charla de inicio, Anexo 5, AST, reunión de inicio, Permiso de Trabajo.
- Instalación de talleres para habilitado de acero, madera y concreto.
- Excavaciones para fundaciones de equipos de patio
- Perfilado de excavaciones
- Control topográfico
- Vaciado de concreto para solados
- Instalación de acero
- Corte para derivaciones de malla a tierra
- Traslado y descarga de materiales a obra

2. FABRICACION Y ENTREGA BIENES

Unitelec está a la espera de la entrega de los pernos de anclaje para las fundaciones de equipos de la celda provisional.

3. SERVICIOS, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Obras Civiles en SE La Planicie

4. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y PREDIAL

Obras Civiles, no se registran impactos ambientales

5. SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD SOCIAL

Obras Civiles, no se registran eventos

6. NO CONFORMES, QUEJAS Y RECLAMOS, PLANES DE MEJORAMIENTO



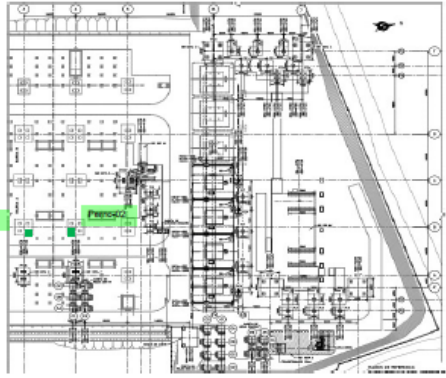

Obras Civiles, no se registran no conformes, quejas, reclamos ni planes de mejoramiento

7. ASPECTOS RELEVANTES

Obras Civiles. - Metrados en V3, presenta variaciones a la oferta de contrato en 25% aprox.


Anexo 3

Formato de protocolos para actividades de obras civiles

CORPORACIÓN UNITELEC		FORMATO				Código: GP-306-F42				
		PROTOCOLO DE TRAZO Y REPLANTEO				Versión: 02				
						Fecha de aprobación: 21/01/2021				
Proyecto:	REFUERZOS 2 "AMPLIACIÓN SET PLANICIE"					Reporte N.º:	001			
Cliente:	ISA FDI					Fecha:	25/04/2022			
Contratista:	UNITELEC SAC	Código de contrato:		PE-REF2-GP028						
Control de obra:	ISA FDI									
Subestación:	SE LA PLANICIE 220 KV									
Partida Gral.:	Obras preliminares	Descripción:	Ubicación e identificación de BM's (Replanteo del proyecto)							
Partida:	Trabajos preliminares	Descripción:	Trazo y replanteo							
Planos Ref.:	PE-REF2-GP005-0-02-K0402	Versión:	4	Zona de Trabajo:	Patio 220 KV					
	PE-REF2-GP005-01-K1110 REV 2									
Equipo de medición	Modelo	Serie		Certificado de calibración (Inicio - Final de vigencia)						
Estación Total	LEICA TS06 PLUS 5" R500	1377954		29/11/2021		29/05/2022				
Nivel Automático	TOPCON AT84	MZ6604		29/11/2021		25/05/2022				
I. Descripción del trabajo:										
DISCIPLINA	OBRAS CIVILES			MONTAJE						
TIPO	UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE BMs	TRAZO DE EJES	POR ELEMENTOS	ELECTRO-MECÁNICO	ESTRUCTURA	OTROS (Especificar):				
MARCAR CON (X)	X									
II. Control Ubicación de coordenadas										
Elemento	Coordenadas Teóricas			Coordenadas Reales			Diferencia (mm)			Tolerancia
	Norte	Este	Cota (m)	Norte	Este	Cota (m)	Δ Norte	Δ Este	Δ Cota (m)	
PERN-01	-	-	-	1000.000	10000.000	640.250	-	-	-	
PERN-02	-	-	-	1000.00	9984.00	640.250	-	-	-	
III. Esquema:										
<p>PERNO-01</p>  <p>PERNO-02</p> 										
IV. Observaciones:										
* En el proyecto no se encontraron hitos monumentados ni marcas de elevaciones (BM's), por lo cual se tomaron como referencia los pemos de los pórticos existentes de los Ejes 3-B y 4-B. A partir de estos pemos se realizó el levantamiento topográfico.										
* Las cotas reales fueron calculados de acuerdo al plano "PE-REF2-GP005-0-01-K1110 Cimentaciones - Cimentaciones Planta General" y replanteados de acuerdo a las cotas de los pemos de pórticos existentes.										
Responsable de Calidad	Ing. Fabrice Medina Chumpitaz				Vº Bº CONTROL INTERNO					
Firma de Residente de Obra Civil			Firma de Residente de Obra Civil			Firma de validación adicional (*)				

Anexo 4

Formato de plan de manejo de residuos sólidos

 <p>CORPORACIÓN UNITELEC UNION DE TECNICOS ELECTROMECANICOS S.A.C</p>	<p>PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</p> <p>REFUERZOS 2, AMPLIACION PLANICIE 220/500KV</p>	<p>CODIGO (04)-UNI-OCC-PS-03</p>
<p>PAGINA - PAGE 2 de 19</p>		
<p style="text-align: center;">INDICE</p> <p>CLIENTE: ISA - PDI 1</p> <p>1. OBJETIVO 3</p> <p>2. ALCANCE 3</p> <p>3. DEFINICIONES..... 3</p> <p>4. CONTENIDO 6</p> <p>4.1. OBJETIVOS: 6</p> <p>4.2. INDICADORES (KPI): 7</p> <p>4.3. ETAPAS DEL MANEJO DE RESIDUOS 7</p> <p>4.3.1. TIPOS DE SUSTANCIAS Y/O RESIDUOS GENERADOS EN EL PROYECTO 7</p> <p>4.3.2. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS PARA EL MANEJO DE SUSTANCIAS Y/O RESIDUOS SÓLIDOS .. 8</p> <p>4.3.3. TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSO Y NO PELIGROSOS 15</p> <p>4.4. DOCUMENTACIÓN REFERIDA 16</p> <p>4.5. REPORTE Y CONTROL DE RR.SS. 16</p> <p>4.6. MEDIDAS PREVENTIVAS 16</p> <p>4.7. PLAN DE CONTINGENCIA – CONTROL DE DERRAMES 17</p> <p>5. RESPONSABILIDADES 17</p> <p>5.1. DEL RESIDENTE DE OBRA 17</p> <p>5.2. DEL INGENIERO HSE 17</p> <p>5.3. DEL INGENIERO QA_QC 18</p> <p>5.4. DE LOS TRABAJADORES 18</p> <p>6. REFERENCIAS..... 18</p> <p>7. ANEXOS..... 19</p>		

Anexo 5

Formato de registro fotográfico de implementación almacenes

		FORMATO DE REGISTRO FOTOGRAFICO		Cod.: (4) UNI-SGS-FO-01 Ver. 01 Fecha: 08/12/20 Página: 1 de 1
Razon Social: UNITELEC SAC	R.U.C: 20537471248	Domicilio: Av. Guardia Civil N° 1321 Dpto. 903 Lima-Lima-Surquillo		
Actividad Económica: Obras civiles y montaje electromecánico en sub estaciones de media y alta tensión				
ALCANCE: Sede Central <input type="checkbox"/> Proyecto <input checked="" type="checkbox"/> Servicio <input type="checkbox"/> Cliente (Si aplica): Proyecto /Servicio (Si aplica):				
Lugar: SET PLANICIE 220/ 500kV				
FOTOGRAFIA 01:  <p>4 may, 2022 10:24:43 a. m. 12.0884S 76.8423W Cieneguilla Provincia de Lima SE Planicie 220/500kV</p>		FOTOGRAFIA 02:  <p>13/05/2022 16:05</p>		
Descripción: Almacén primario de residuos sólidos - Mes de Mayo		Descripción: Almacén intermedio de residuos Peligrosos - Mes de Mayo		
Fecha: 04/05/2022	Hora: 10:24 am	Fecha: 13/05/22	Hora: 4:05 pm	

Anexo 6

Equipo de trabajo del proyecto de Ampliación de la Subestación Planicie a 500 kV.



Anexo 7

Instalación de Transformadores del proyecto de Ampliación de la Subestación Planicie a 500 kV.

