Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Implementación de un sistema integrado de operaciones para mejorar el control de proyectos utilizando Lean Construction en una empresa de servicios de Gas Natural

TESIS
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Yomark GUTIÉRREZ HUACHACA

ASESOR

Mg. Edgardo Aurelio MENDOZA ALTEZ

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Gutiérrez, Y. (2026). *Implementación de un sistema integrado de operaciones para mejorar el control de proyectos utilizando Lean Construction en una empresa de servicios de Gas Natural*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Yomark Gutiérrez Huachaca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70749980
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Edgar Aurelio Mendoza Altez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06605547
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9788-3089
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Enrique Ortiz Porras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40523944
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Raquel Beatriz Malca Chuquiruna
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07268427
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Pedro Pablo Rosales López
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10419269
Datos de investigación	
Línea de investigación	4.Gestión organizacional sostenible. ODS 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA. C.17.0.9
Grupo de investigación	No aplica

Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ate vitarte Dirección: Ca. Marie Curie 410 Latitud: -12.061689 Longitud: -76.970669
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Febrero 2022-noviembre 2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Industrial https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

VICEDECANATO ACADÉMICO

ACTA DE SUSTENTACIÓN Nº015-VDAP-FII-2026

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **viernes 12 de junio de 2026**, a las 10:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL CONTROL DE PROYECTOS UTILIZANDO LEAN CONSTRUCTION EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE GAS NATURAL"

Que presenta el Bachiller:

YOMARK GUTIÉRREZ HUACHACA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Ordinaria.**

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 12:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido aprobado por unanimidad con la calificación promedio de 14 (catorce), lo cual se comunicó públicamente.

Lima, 12 de junio del 2026

DR. JORGE ENRIQUE ORTIZ PORRAS
Presidente

MG. RAQUEL BEATRIZ MALCA CHUQUIRUNA
Miembro

DR. PEDRO PABLO ROSALES LÓPEZ.
Miembro

MG. EDGARDO AURELIO MENDOZA ALTEZ
Asesor

DR. JULIO ALEJANDRO SALAS BACALLA
Vicedecano Académico – FII

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **MENDOZA ALTEZ EDGARDO AURELIO** en mi condición de asesor acreditado por el Dictamen **N° 008-EPII-FII-2026** de la tesis, cuyo título es **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE OPERACIONES PARA MEJORAR EL CONTROL DE PROYECTOS UTILIZANDO LEAN CONSTRUCTION EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE GAS NATURAL,** presentado por el bachiller **GUTIÉRREZ HUACHACA YOMARK** para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **6%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Lima, 04 de mayo del 2026



Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: **MENDOZA ALTEZ EDGARDO AURELIO**
DNI: **06605547**

DEDICATORIA

La presente investigación se llevó gracias al esfuerzo y compromiso de mi madre: Carmen Rosa Huachaca Collao quien con su apoyo incondicional pude lograr el objetivo, también a mi familia que me dio el soporte constante.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial que participaron directa e indirectamente en el desarrollo de la investigación

INDICE GENERAL

RESUMEN ii

ABSTRACT iii

INDICE DE FIGURAS viii

INDICE DE TABLAS x

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 1

1.1. Introducción 1

1.2. Planteamiento del Problema 2

1.2.1. Determinación del problema 2

1.2.2. Formulación del problema 8

1.2.3. Problema principal 8

1.2.4. Problemas secundarios 8

1.3. Objetivos 8

1.3.1. Objetivo principal 8

1.3.2. Objetivos secundarios 9

1.4. Importancia y alcance de la investigación 9

1.5. Limitaciones de la investigación 10

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA 11

2.1. Marco teórico 11

2.2. Antecedentes del estudio 11
2.2.1. Internacional 11
2.2.2. Nacional 14
2.3. Bases teóricas 18
2.3.1. Sistema integrado 18
2.3.2. Operaciones 20
2.3.3. Control de proyectos 23
2.3.4. Lead Time 25
2.3.5. No conformidad (NC) 26
2.3.6. Filosofía Lean 29
2.3.7. Tipos de trabajo en Obra 34
2.2.8. Lean Construction (LC) 35
2.4. Definición de términos 39
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES 41
3.1. Hipótesis 41
3.1.1. Hipótesis principal 41
3.1.2. Hipótesis secundarias 41
3.2 Variables 42
3.2.1. Variable Independiente 42

3.2.2. Variable Dependiente 42
3.3. Operacionalización de las variables 43
3.4. Matriz de consistencia 44
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS 45
4.1. Área de estudio 45
4.2. Tipo y diseño de investigación 45
4.3. Población, muestra y unidad de análisis 46
4.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos 47
4.5. Análisis estadístico 49
CAPÍTULO V: RESULTADOS 50
5.1. Implementación de Sitema Integrado de Operaciones 50
5.1.1. Diagnosticar 52
5.1.2. Planificar 55
5.1.3. Etapa de ejecutar 59
5.1.4. Etapa de medir 73
5.1.5. Etapa de corregir 79
5.1.6. Etapa de entregar 82
5.3. Prueba de hipótesis 84
5.3.1. Hipótesis específica I: Lead Time 84

5.3.2. Hipótesis específica II: No conformidad 87

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN 90

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 93

7.1. Conclusiones 93

7.2. Recomendaciones 93

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 95

ANEXOS 99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa de las Causas del Deficiente Control de Proyectos. 4

Figura 2: Gráfica de los Problemas Utilizando Pareto 7

Figura 3: Diagrama de Engranaje de Operaciones en una Empresa 19

Figura 4: Segmentación de Actividades por Días 26

Figura 5: Lead Time 26

Figura 6: Diagrama de los 5 porqués 32

Figura 7:Ficha de Carta de Balance 37

Figura 8: Instrumento de Medición. 49

Figura 9:Flujo de Operaciones Aplicando Lean Construction 51

Figura 10: Flujo de Operaciones sin Lean Construction. 51

Figura 11: Aplicación de la Carta Balance en el Área Administrativa 53

Figura 12: Gráfico de Pastel de los Trabajos en Obra 54

Figura 13: Gráfico de Barras de las Áreas Administrativas 54

Figura 14: Recorrido Inicial de Obra 56

Figura 15: Distribución de Tramos en el Plano 57

Figura 16: Operario Cortando el Pavimento 61

Figura 17: Demolición del Pavimento 63

Figura 18: Tendido de Tubería 64

Figura 19: Excavación Manual de Canalizaciones 65

Figura 20: Tendido de tubería 67

Figura 21: Eliminación de Desmonte 68

Figura 22: Compactación de Canalización 69

Figura 23: Reposición de Concreto 71

Figura 24: Reposición de Asfalto Caliente 72

Figura 25:Cuadro de Avance de Obra 73

Figura 26: Cumplimiento del Avance 74

Figura 27:Simetría del Avance por Actividad 74

Figura 28: Actividades en cada etapa antes de la implementación. 76

Figura 29: Actividades en cada etapa después de la implementación. 77

Figura 30: Tendencia de las no conformidades antes de la implementación 78

Figura 31: Tendencia de las no conformidades después de la implementación. 79

Figura 32: Reposición Final 84

Figura 33: Resultado de Prueba de Normalidad 85

Figura 34: Cuadro de Resultados de Excel 86

Figura 35: Representación de los Resultados en la Campana de Gauss 87

Figura 36: Prueba Shapiro-Wilk 88

Figura 37: Resultados de la Hipótesis II 89

Figura 38: Campana de Gauss para la Hipótesis II 90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Lista de Problemas Utilizando Pareto 6

Tabla 2: Cuadro resumen del Enfoque Sistémico 21

Tabla 3:Resumen den Enfoque Estratégico 21

Tabla 4: Resumen del Enfoque Cíclico 22

Tabla 5: Resumen del Enfoque Creación de Valor 22

Tabla 6: Cuadro Comparativo Lean por Sectores 34

Tabla 7:Desempeño de los Tipos de Trabajo en Obra 35

Tabla 8:Actividad vs Tipos de Trabajo en Obra 38

Tabla 9:Actividades del Área de Logística 39

Tabla 10:Mano de Obra 58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo implementar un sistema integrado de operaciones para mejorar el control de proyectos en una empresa dedicada a la instalación de redes de tubería de Gas Natural en Lima metropolitana, y como objetivos específicos es reducir el Lead time es decir el tiempo total de ejecución como también cuantificar la disminución de las no conformidades abarcando los aspectos de calidad, seguridad y medio ambiente.

El estudio obtuvo una muestran en el 2022 antes de la implementación y otra en el 2023 después de su implementación. Utilizamos Lean Construction como herramienta para validar que se mejora el control de proyectos utilizando Lean Construction apoyándonos con en análisis estadístico de la normalidad de los dos grupos muestrales, Shapiro Y Wilk, para luego validar las hipótesis con la prueba T-Student donde el sig > 00.5 esto para los indicadores del Lead time como para las no conformidades.

Es una investigación tipo descriptiva dado que detalla y analiza la frecuencia y distribución de los indicadores con ello busca explicar la relación causal entre la implementación del sistema y la mejora en el control de proyectos, con un enfoque cuantitativo, no experimental transversal en un tiempo determinado, dado que comparamos muestras en diferentes periodos y analizamos la frecuencia y distribución de los indicadores obtenidos.

Con la finalidad de evidenciar la mejora del control de los proyectos en una obra civil se tomó como referencia la duración de todo el proyecto, es decir el Lead time para determinar que podemos ejecutar en promedio la obra con 3 días de anticipación a los planificado y como evidencia estadística la prueba T-Student confirmó que la diferencia entre ambos periodos es estadísticamente significativa logrando una reducción del 21.2% en el Lead time todo ello gracias al nuevo sistema de operaciones donde se enfoca en identificar los trabajos no productivos y afianzar los trabajos productivos utilizando la carta de balance; otra evidencia es que se disminuyó al cantidad de no conformidades de tener cerca de 17 por cada proyecto ejecutado reducimos a 6, es decir cerca de un 60% todo ello porque se utilizó la regla de los 5 porqué para cada no conformidad aplicada, lo que representa una mejora sustancial en la calidad, seguridad y cumplimientos normativos de los proyectos.

Concluimos que deberíamos seguir implementando el sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction dado que a la larga en una planificación anual se ejecutará mas proyectos en un mismo periodo con los mismos recursos como también se afianzará ante otras contratistas porque tendrá pocas no conformidades en comparación del año anterior.

Palabras claves: Operaciones, Control de Proyectos, Lead Time, Lean Construction.

ABSTRACT

The main objective of this research is to implement an integrated operations system to improve project control in a company dedicated to the installation of natural gas pipeline networks in Metropolitan Lima. The specific objectives are to reduce the lead time (i.e., total execution time) and to quantify the decrease in non-conformities covering quality, safety, and environmental aspects.

The study obtained a sample in 2022 before the implementation and another in 2023 after the implementation. We used Lean Construction as a tool to validate that project control improves, supported by statistical analysis of normality for both sample groups using the Shapiro-Wilk test, followed by hypothesis validation using the T-Student test, where the significance value was > 0.05 for both lead time indicators and non-conformities.

This is a descriptive research study, as it details and analyzes the frequency and distribution of the indicators, seeking to explain the causal relationship between system implementation and improved project control. It follows a quantitative, non-experimental, cross-sectional approach over a specified period, as we compared samples from different periods and analyzed the frequency and distribution of the obtained indicators.

To demonstrate improvement in project control in civil works, the total project duration—i.e., lead time—was taken as a reference. The results show that, on average, we can complete the work three days ahead of the planned schedule. As statistical evidence, the T-Student test confirmed that the difference between both periods is statistically significant,

achieving a 21.2% reduction in lead time. This improvement is attributed to the new operations system, which focuses on identifying non-productive tasks and strengthening productive tasks using the balance chart. Another key finding is that non-conformities decreased from nearly 17 per executed project to 6, representing a reduction of approximately 60%. This was achieved by applying the 5 Whys rule to each non-conformity, resulting in a substantial improvement in project quality, safety, and regulatory compliance.

We conclude that the integrated operations system using Lean Construction should continue to be implemented, as in the long term, within an annual planning framework, more projects can be executed in the same period using the same resources. Additionally, the company will strengthen its position against other contractors by having fewer non-conformities compared to the previous year.

Keywords: Operations, Project Control, Lead Time, Lean Construction.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La masificación de instalaciones de tubería de Gas Natural en Lima fue en el año 2010 con la empresa Calidda, esta a su vez maneja contratistas que ejecutan los proyectos de tipo obra civil, y en una de estas contratistas actualmente se implementó el sistema integrado de operaciones para que mejore el control de obra esta implementación toma dos variables independientes: el Lead time y las no conformidades cada una de ellas tienen sus propios indicadores y a medida que avanza la implementación se evidencia su mejora debido a que se utiliza el Lean Construction, herramientas utilizada en construcciones de obras civiles últimamente en edificaciones multifamiliares.

En el primer capítulo donde encontramos la situación problemática, develamos el origen del porque no hay un buen control de los proyectos y en base a ello planteamos los objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

En el segundo capítulo nos ayuda como soporte de la investigación ya que nos da la base teórica, muestra investigaciones con antecedentes, brinda el marco teórico y define los términos que se utilizan en esta investigación.

En el tercer capítulo plateamos las hipótesis y desarrollamos la relación de dependencia de las variables, para luego armar la matriz de consistencia.

En el cuarto capítulo definimos el tipo y diseño de la investigación, detallamos la población, muestra y los instrumentos estadísticos que se utilizan.

En el quinto capítulo inicia con el desarrollo de la implementación, detalla las etapas y la secuencia a seguir para luego validar las hipótesis mediante el software estadístico para que finalmente se muestren los resultados.

En el capítulo sexto discutimos los resultados obtenidos respecto a la implementación del sistema integrado de operaciones con énfasis en el Lead time y las no conformidades y estos resultados son contrastados con los antecedentes teóricos.

En el séptimo capítulo mostramos las conclusiones finales sobre la mejora del control de proyectos utilizando Lean Construction.

En el octavo y último capítulo damos las recomendaciones a seguir y las pautas que deben seguir cuando se implemente la investigación en proyectos que se ajusten al tipo de actividad.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Determinación del problema

En México donde realizó 317 encuestas a los gerentes de empresas manufactureras perciben que implementar las técnicas de Administración de Operaciones tienen un impacto positivo donde enfocaron la atención en la mejora continua de procesos, distribución, cuidado de la empresa, control de producción y gestión de materiales permitiéndoles tomar mejores decisiones. (Montejano et al., 2021)

Las empresas peruanas han priorizado aspectos como la operación (44%) y el negocio (44%) dentro de su agenda de transformación. Sin embargo, la cultura digital y el talento siguen

relegados, lo que podría limitar el impacto sostenido de estas iniciativas en el largo plazo. (Inesdi Business School, 2024)

Integrar el conjunto de operaciones de una empresa y administrarlas correctamente es el objetivo final de muchas empresas en el país, si a ello le agregamos nuevas herramientas ágiles, eficientes y modernas que se ajusten a las características propias del sector de construcción civil, pues ello generará rentabilidad futura.

El sector de hidrocarburos relacionado a la industrial de construcción civil da como resultado la ejecución de proyectos que implican el movimiento de tierras puntualmente para esta investigación es la excavación, relleno, nivelación y compactación de zanja, lugar donde se ubica las tuberías de polietileno que transporta el Gas Natural, siendo ese el norte de las empresas ejecutoras. Para cumplir con ese objetivo se enfrentan a diferentes problemas.

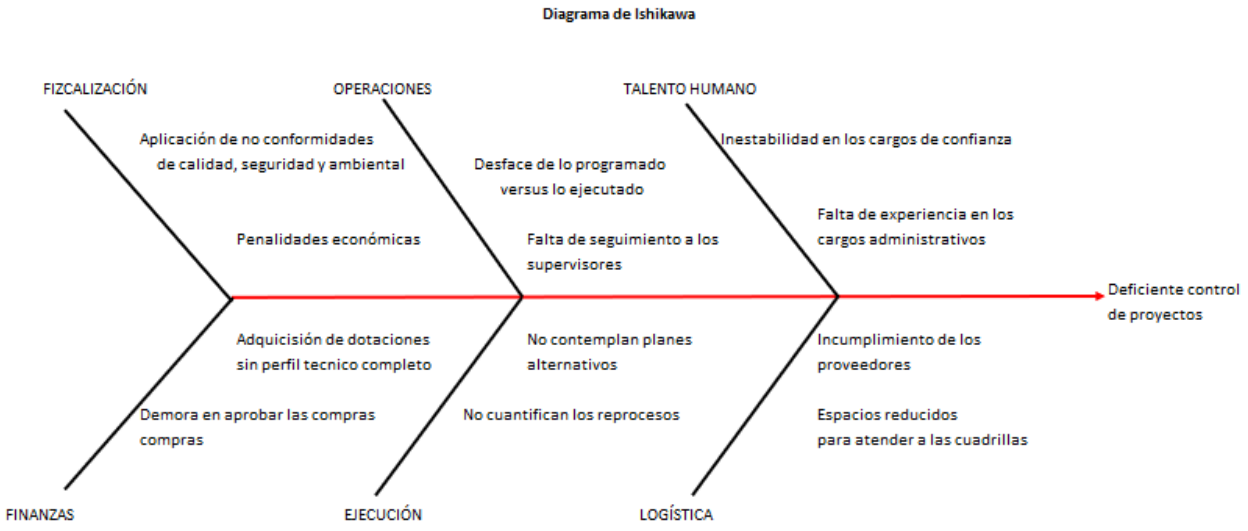
Si queremos identificar los principales problemas de la empresa, tenemos que dominar la secuencia de operaciones conocer a detalle las características endógenas de cada una de ellas y saber cómo se relacionan entre si por ese motivo tenemos que estar comunicados oportuna y constantemente con los operarios de corte de pavimento, los excavadores, el vigía y su operador del cargador de dirección deslizante, del técnico en fusión de tubería, del operario de la apisonadora y de los maestros albañiles.

Planificar un proyecto en esencia es determinar el curso o la línea de ejecución que se necesita para que dicho proyecto cumpla su Lead time, es decir su ciclo de vida, y satisfaga en su totalidad los objetivos planteados al inicio tales como el costo, tiempo, calidad y rendimiento técnico.(Castaño, 2006)

A medida que se recogían los datos y se elaboraban los indicadores, los problemas caían por su propio peso, la falta de comunicación entre el área operativa con logística, el incumplimiento de los proveedores con la habilitación de máquinas y agregados, el exceso de observaciones de calidad, seguridad y medioambientales durante la instalación de tubería y sobresalientemente el incumplimiento de plazos con el cliente final.

A continuación, se muestra la figura 1 visualizamos el diagrama de Ishikawa.

Figura 1 *Diagrama de Ishikawa de las Causas del Deficiente Control de Proyectos.*



Fuente: Elaboración propia.

Guiándonos del diagrama de Ishikawa el área de talento humano encargada de captar tanto al personal operativo de campo como administrativo presenta problemas con la alta rotación de trabajadores en cargos de confianza sobre todo en cargos administrativos, por el lado logístico de la empresa necesitamos contar con una cartera amplia de proveedores yuxtapuestamente con los proveedores que se cuenta tienen altos indicadores de incumplimiento en abastecimiento de maquinarias como en materiales a obra y si mencionamos los problemas financieros que repercuten

en el área operativa estos están ligados en la falta de respuesta oportuna en aprobar las compras de materiales con las correctas especificaciones técnicas y exponiendo los problemas operativos en obra el principal de ellos es que no se cumplen con el tiempo de entrega , hay demoras por falta de contar con planes alternativos frente a los problemas que surgen, no hay seguimiento y compromiso por los supervisores de producción, calidad y seguridad ,todo ello se refleja en las penalidades administrativas y económicas que se tiene que pagar al ente fiscalizador.

En la tabla 1 se puede visualizar los más recurrentes problemas, estos según el diagrama de Ishikawa, junto a ellos están las frecuencia de incidencia, es decir cuantificamos el número de veces que nos encontramos con los problemas a medida que se ejecutan los proyectos y cómo podemos ver la mayor cantidad de observaciones están ligados estrechamente al área de operaciones, el desface en la producción no es más que incumplir con los tiempos de entrega, al iniciar los proyectos tienen un plazo determinado a ejecutarse y por la mala administración de operaciones incurrimos en faltas , estas faltas son las penalizaciones que el área de fiscalización e interventoría emite, llámense faltas por exceder los tiempos en los permisos municipales, procedimientos que no se cumplen los parámetros de calidad, actos y condiciones inseguras para y del trabajador, y finalmente el malestar, incomodidad y fastidio social hacia la población.

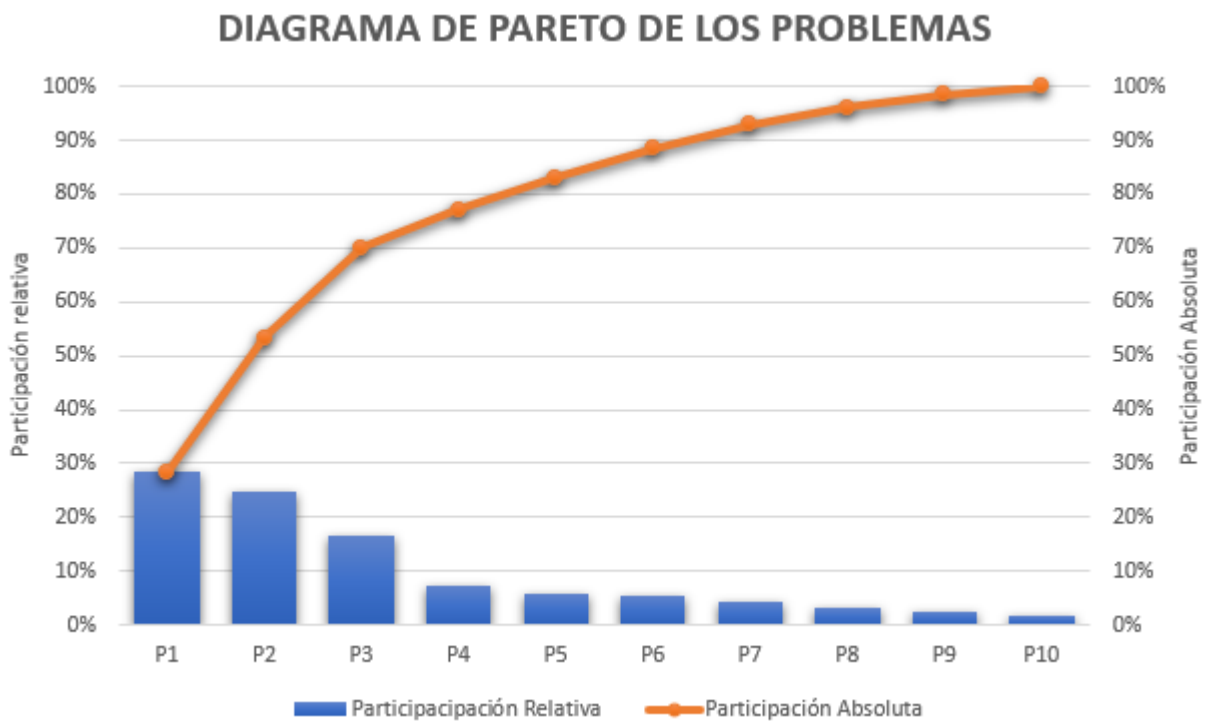
Tabla 1:*Lista de Problemas Utilizando Pareto*

PROBLEMAS	FRECUENCIA	PARTICIPACIÓN RELATIVA	PARTICIPACIÓN ABSOLUTA
P1: Desface en la producción	72	28%	28%
P2: Aplicación de no conformidades	63	25%	53%
P3: No contemplar planes alternativos	42	17%	70%
P4: Inestabilidad en los cargos de confianza	18	7%	77%
P5: Deficiente perfil técnico	15	6%	83%
P6: Incumplimiento de los proveedores	14	6%	89%
P7: Demoras en aprobar las compras	11	4%	93%
P8: No cuantificar los reprocesos	8	3%	96%
P9: Falta de seguimiento a los supervisores	6	2%	98%
P10: Compras fuera del perfil técnico	4	2%	100%

Nota: Elaboración propia

Luego de enumerar los más recurrentes problemas nos apoyamos en los gráficos de Pareto con la finalidad de poder clasificar qué problemas tienen mayor repercusión, ver figura 2.

Figura 2: *Gráfica de los Problemas Utilizando Pareto*



Nota: Elaboración propia.

De todos los problemas detallados el presente trabajo identifico dos principales problemas el primero es incumplimiento en la ejecución de los proyectos que viene a ser el Lead time y el segundo problema es el exceso de no conformidades a los procedimientos en campo; en base a ello la presente investigación tiene como norte implementar un sistema integrado de operaciones donde pueda solucionar este problema apoyándose en herramientas del pensamiento Lean tales como el Lean Construction.

1.2.2. Formulación del problema

1.2.3. Problema principal

¿De qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction mejora el control de proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural?

1.2.4. Problemas secundarios

¿De qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce el Lead Time en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural?

¿De qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce las no conformidades en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

Determinar como la implementación de un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction mejora el control de proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.

1.3.2. Objetivos secundarios

- ✓ Determinar de qué manera la implementación de un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce el Lead Time en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.

- ✓ Determinar de qué manera la implementación de un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce las no conformidades en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.

1.4. Importancia y alcance de la investigación

La importancia radica que las empresas en el rubro de hidrocarburos que instalen tuberías de polietileno cuenten con un sistema integrado permitiéndoles tomar decisiones correctas antes, durante y después de la ejecución de los proyectos, donde cumplan los plazos de entrega de cada proyecto optimizando el uso de los recursos; con ello aumentado la eficiencia y eficacia.

La investigación tiene un alcance tipo descriptivo ya que mostraremos información medible.

El propósito de esta investigación es analizar la viabilidad y los impactos de implementar un sistema integrado que permita controlar y optimizar las operaciones en una empresa dedicada a la distribución de Gas Natural. Actualmente, muchas de estas empresas enfrentan dificultades

debido al sistema tradicional de trabajo, procesos manuales y falta de visibilidad en tiempo real, lo que afecta la eficiencia operativa, la seguridad y la satisfacción del cliente.

La implementación de un sistema integrado busca cumplir con los estándares del cliente, el principal: reducir el Lead time, es decir entregar proyectos en menor tiempo y con los mismos recursos, y ejecutar la obra con los estándares de calidad, seguridad y medioambientales que las normas y procedimientos exigen.

1.5. Limitaciones de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque en controlar las operaciones mediante un sistema integrado, revisando la literatura se encontró poca información con ese enfoque.

En campo los supervisores y residentes de cada proyecto tiene el control detallado de las asignaciones, al tratarse de proyectos de corta duración y su alta tasa de rotación de distritos dificulta hacerle un seguimiento permanente; para ello nos apoyamos en los reportes de producción que los supervisores realizan y los residentes validan.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

En la implementación del sistema integrado en una empresa de servicios en instalación de tuberías de polietileno que conducen Gas Natural utilizaremos conceptos, teorías y fundamentos de la Filosofía Lean al tratarse de una empresa cuya actividad está dentro del rubro de construcción civil, nos apoyaremos exactamente del Lean Construction y revisando bibliografías nacionales e internacionales cuyo aporte en la investigación es de gran utilidad.

Desarrollaremos conceptos y definiciones de las cada una de las variables dándole un contexto al Lean Construction y el soporte que le da a un sistema integrado cuyo enfoque radica en el control de operaciones.

2.2. Antecedentes del estudio

2.2.1. Internacional

En la tesis “Rediseño del proceso de elaboración y control de los proyectos de inversión en exploraciones de Codelco” donde Solis (2024) propone como objetivo reducir los tiempos en todos los procesos para lograr que los proyectos inicien en la fecha programada adicional a ello proponen reducir el porcentaje de las observaciones donde tenga un impacto en el presupuesto cumpliendo las normativas internas y externas, en lo que respecta a la metodología utiliza la vertiente de conocimiento profundo del proceso debido a la experiencia que tiene el autor con los procesos

involucrados proponiendo la siguiente secuencia : definición del proyecto, análisis de la situación actual, rediseñar para que finalmente como última etapa implementar, todo ello a los proyectos de enero del 2025 a junio de 2025 y obteniendo como resultados y conclusiones logran aumentar en un 50% el gasto del primer año y con ello agilizar la ejecución de los proyectos influyendo en la entrega de los mismos y por otro lado se logra reducir en un 50% las observaciones de las gerencias revisoras finalmente implementan una Carta Gantt que servirá como un visor de los posibles problemas y atrasos en la programación de los proyectos.

Según Acosta (2021) en la tesis “Rediseño del proceso de aceleración de proyectos de openbeauchef”, es un centro de innovación y emprendimiento de la universidad de Chile donde generan proyectos de innovación y emprendimiento de base científica y tecnológica y formulan como objetivo principal realizar un rediseño del proceso de la aceleración en la línea de negocios con la finalidad de aumentar el uso de recursos y aspirar a una mayor tasa de supervivencia de los proyectos en el mercado en lo que respecta a la metodología utiliza el recurso de rediseños de procesos de negocios mediante el uso de patrones, el rediseño implica analizar la situación actual para luego plantear un proceso general donde inicia la fase de convocatoria luego pasan a ver los convenios y con ello evalúan los subsidios para que finalmente ingresen a la última fase que es aceleración de proyectos, toto ello aplicado en 14 proyectos, 11 de tipo Capital Semilla y 3 de corte Capital Semilla Expande en un lapso de 9 meses; obteniendo como resultado después de haber aplicado el rediseño aumento en 21.66% los proyectos de marketing, diseño y publicidad con una duración en promedio de 16 semanas y en lo que respecta a las aceleradoras el 89% de sus

prograzmas provee mentorías, el 37% provee educación formal, el 77% espacio de trabajo conjunto y el 100% esta con lanzamientos público o demo days.

En “Implementación del sistema integrado de gestión de bibliotecas koha en la biblioteca del tecnológico de estudios superiores de Jocotitlán Estado de México” Martínez (2022) mostraba una falta de control en material bibliográfico y operaban bajo un sistema empírico y obsoleto dentro de ello usaban fichas bibliográficas incompletas, inventariaban con hojas Excel , estos problemas limitaban la acreditación por lo entes de calidad y certificación ISO 21001 y el usuario realizaba largas filas de espera como también te exponías que se pierdan frecuentemente los materiales. Utilizan como instrumento el Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria de código abierto KOHA luego de la implementación mejoró la eficiencia operativa eliminando las filas largas, se obtuvo inventario automatizado presentando un ahorro significativo de tiempo y mayor precisión en lo que respecta a la catalogación y clasificación del 90% del acervo se obtuvo una mayor precisión.

Según Coral (2023) para obtener el grado de magister plantea su tesis “Implementación de un sistema Integrado de Gestión en una Empresa de Ingeniería y Construcción” cuyos objetivos son mejorar la eficiencia, calidad de sus servicios, cuidado del medio ambiente mediante las certificaciones en ISO 9001:2015,OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2015; con el logro de ellos muy aparte de cumplir con las expectativas del cliente y promover un ambiente de mejora continua tiene como expectativa ampliar su cartera de clientes incursionando en nuevos mercados y fortalecer su posición en el sector de la construcción; dentro de las metas de corto plazo esta fortalecer la estructura interna mediante procedimientos, formatos e instructivos de cada área y

operación que se ejecute, con ello buscan la estandarización del flujo de procesos y para el largo plazo tienen en la mira las asociaciones publico privadas.

Para Sierra (2022) que investiga sobre "Revisión bibliográfica sobre la aplicación de la metodología Lean Construction en proyectos de construcción en Colombia" concluye que en Colombia existe un progreso en la investigación de herramientas del pensamiento Lean, muy por el contrario presenta una resistencia en aplicarlas, las empresas siguen arraigadas con prácticas tradicionales que limitan la productividad y eficiencia, dentro de las herramientas que se aplican y están demostrando resultados positivos son: SUP (Sistema Último Planificador) donde tiene que haber sincronía entre los planes de gerencia y metas reales de los trabajadores, LBMS (Location-Based Management System) opera optimizando los flujos de trabajo en cada estación de operaciones y metodología 5S, finalmente recomienda fortalecer la colaboración entre las empresas constructoras y las instituciones académicas con la finalidad de trasladar y aplicar los conocimientos en proyectos de construcción.

2.2.2. Nacional

Según Martinez (2022) en la tesis "El Control Interno en los Proyectos de Inversión Pública de la Municipalidad Provincial de Satipo, 2021" busca determinar la relación que existe entre el control interno con los proyectos de inversión pública para ello toma una muestra de 173

trabajadores de una población de 583, apoyado con el cuestionario como instrumento realiza las encuestas basado en la escala de Likert, dicho cuestionario fue validado por el juicio de 3 expertos y obteniendo una confiabilidad Alfa de Cronbach =0.812 que en resultado es muy confiable. Los resultados son validados mediante la prueba de Chi-cuadrado ($\chi^2 = 19.149 > 9.488$; $p = 0.001$). indicando una relación favorable entre el control interno con los proyectos de inversión pública también se concluye que el 56% de los encuestados que la formulación de proyectos se elabora según la guía de invierte.pe y por otro lado el 60.4% señaló que la evaluación de proyectos sigue dicha guía.

En “El control de proyectos y su incidencia en la eficiencia de los proyectos en TI” según Monteza (2021) plantea como objetivo principal determinar la relación que existe entre el control de proyectos y su incidencia en la eficiencia de los proyectos en TI junto a ello el control del tiempo, coste y alcance con la eficiencia, es una investigación descriptiva correlacional no experimental que toma una población de 50 profesionales de TI del ministerio Ministerio de Educación (MINEDU) tanto la muestra y la población es la misma donde aplica el cuestionario como instrumento. Parte de los resultados obtenidos según Spearman es 0.489 significativa positiva media, el control de tiempo tiene 0.395 relación significativa positiva baja, respecto al coste la relación es 0.329 significativa positiva y baja-media y para el alcance la relación es significativa positiva y media-alta, con ello concluimos que existe una relación significativa y positiva entre el control de proyectos (tiempo, coste y alcance) y la eficiencia de los proyectos de TI en el MINEDU.

Según Rivera (2022) en “Implementación del Sistema de Control Interno en la Gestión Administrativa de las Empresas de Laboratorios del Sector Salud, Lince Lima, 2022” busca como objetivo central determinar si la implementación del sistema de control interno incide en la gestión administrativa de las empresas en el sector salud adicional a ello pretende establecer si la efectividad y eficiencia de operaciones incide en la organización de la empresas, siendo una investigación cuantitativa aplicada y con una muestra de 82 personas y utilizando la encuesta como instrumento con una confiablidad de 0.895 se obtuvieron los siguientes resultados que la confiablidad de los informes financieros incide en el planeamiento de actividades ($\chi^2 = 3.935$; $p < 0.05$), y la efectividad y eficiencia de operaciones incide en la organización de las empresas ($\chi^2 = 6.400$; $p < 0.05$), siendo herramientas esenciales para garantizar procesos exitosos.

Según Montes (2024) en “Propuesta de un modelo para la integración de los sistemas de gestión ISO 9001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 14001:2015 para la implementación de un sistema integrado de gestión en una empresa de servicio Courier” donde plantean determinar en que medida un modelo para integrar los sistemas de gestión ISO 9001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 14001:2015 contribuye a la implementación de un sistema integrado de gestión en una empresa de servicio Courier y específicamente definen la medida que el modelo contribuye a la gestión de riesgos, gestión documentaria y ejecución de auditorias internas de forma integrada utilizando como instrumento de medición a la encuesta con un Alfa de Cronbach de 0.819, lo que indica un nivel bueno de confiabilidad, indicar que se aplicó antes y después de la implementación que nos dieron como resultado que la implementación del SIG es más eficiente cuando se cuenta con el

modelo de integración propuesto p-valor = 0.001 (< 0.05) → se rechaza la hipótesis nula, en lo que respecta a la gestión de riesgo se acepta que el modelo contribuye a integrar la gestión de riesgos y para la gestión de riesgo se acepta que el modelo contribuye a integrar la gestión de riesgos a los procesos de negocios y como conclusión el autor afirma que el modelo propuesto contribuye significativamente a una implementación más eficiente del sistema integrado de gestión en una empresa de servicio Courier mejorando la gestión de riesgos simplificando la gestión documentaria y facilitando auditorías internas integradas.

En la tesis "Propuesta de implementación de metodología PHVA para aumentar la productividad en una empresa de servicios de instalación de redes de gas natural" según Mallma (2024) propone como principal objetivo es determinar si implementando la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) aumenta la productividad de una empresa de servicios de instalación de redes de gas natural adicional a ello buscó identificar si la implementación aumenta la eficacia y la eficiencia todo ello aplicado a una muestra de 8 proyectos utilizando como técnicas : observación de campo, análisis de documentos, toma de tiempos y herramientas de análisis con esos instrumentos se obtuvo los siguientes resultados: la productividad aumento en un 8.27% dado que antes de la implementación tenían 61.48% y después de la implementación es de 69.5% y para la eficiencia el tiempo estándar disminuyó de 22.70 días a 18.78 días por proyecto, la eficacia aumento en 14.40% esto en referencia a los servicios programados versus los realizados, en lo que respecta a la evaluación económica se obtuvo un beneficio de S/ 14,600.00.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Sistema integrado

Un sistema es la agrupación de elementos que están enlazados por parámetros inherentes que pueden ser variables o constantes y sus magnitudes están regidas por leyes específicas que cambiaran a medida que transcurra el tiempo.(Roca, 2002)

Un sistema de operaciones es entendido como aquel en el cual el proceso de transformación es contemplado desde una posición central estratégica, desde el que interactúa y se yuxtapone con la administración, la ingeniería, el mercadeo, las ventas, las finanzas, los recursos humanos y la contabilidad.(Zúñiga, 2005)

Implementar un sistema integrado de operaciones es hacer que las diferentes áreas de una empresa que participan en la conformación de un producto o servicio trabajen sincronizadamente, donde los objetivos estén alineados, la ejecución sea flexible y los resultados sean los esperados, tal como se puede ver en la figura 3.

Figura 3: *Diagrama de Engranaje de Operaciones en una Empresa*



Fuente: Elaboración propia

Para lograr el objetivo tenemos que hacer un trabajo interdisciplinario donde cada área tenga el compromiso de cumplir sus funciones, en la figura 3 vemos que las cinco áreas principales tienen que operar de manera sincronizada y con mucho mas énfasis con el traslado de información, si cada una de estas áreas cumple su función podemos afirmar que el objetivo se ha alcanzado.

2.3.2. Operaciones

La dirección de Operaciones no se limita a la manufactura. Las empresas de servicio están descubriendo cada vez más que sus principios y prácticas son esenciales para controlar los costos, mejoras sus sistemas y evaluar los niveles de servicio al cliente por ende la operación se define como el proceso mediante el cual diversos recursos se combinan, transforman y procesan para crear resultados útiles, ya sea de bienes o servicios.(Ríos Ramos, 2014)

La dirección de operaciones posee una gran variedad de temas y con el transcurrir de los años se ha hecho difícil que adquiera un sentido uniforme, una línea que donde podamos clasificar y agrupas, gracias a la cantidad de manuales podemos clasificarlas en: enfoques sistemáticos, enfoques estratégicos, enfoques de ciclo de vida y enfoques de creación de valor.(Antolín et al., 1998)

Es necesarios conocer los enfoques que se han venido evolucionando y modernizando constantemente.

Enfoques en dirección de operaciones

Enfoque sistémico

Es la manera tradicional de dirigir una organización con un enfoque de relación directa hacia los materiales y mano de obra con el resultado final, tal como se visualiza en la tabla 2.

Tabla 2*: Cuadro resumen del Enfoque Sistémico*

Proceso	El ingreso de inputs es transformado en productos y servicios
Solución de problemas	Según dos enfoques: diseño del sistema (proyecciones a largo plazo) y funcionamiento (proyecciones a corto plazo)
Orientación	combina lo cuantitativo y técnico.
Crítica	Desconexión con la teoría

Fuente: elaboración propia

Enfoque estratégico

Dirigir una organización estratégicamente resulta centrar las operaciones las decisiones estratégicas y operativas en base a los objetivos estratégicos, ver tabla 3.

Tabla 3*:Resumen den Enfoque Estratégico*

Proceso	Vincula otras áreas operativas
Solución de problemas	En base a decisiones estratégicas y operativas
Orientación	prioriza lo cuantitativo sobre lo técnico.
Crítica	sigue relacionado al enfoque sistémico

Fuente: elaboración propia.

Enfoque del ciclo de vida

Esta estrechamente relacionado a los proyectos, debido a la naturaleza del ciclo de vida, tiene un inicio, pasa por un proceso para que al final tenga su epílogo, ver tabla 4.

Tabla 4*: Resumen del Enfoque Cíclico*

Proceso	Cíclico
Solución de problemas	En tiempo real, dando prioridad la ruta crítica
Orientación	prioriza lo técnico sobre lo cuantitativo
Crítica	Posee tiempos determinados, no estandarizados

Fuente: elaboración propia.

Enfoque de creación de valor

Están estrechamente relacionado a las actividades que generan valor, son selectivas con las áreas productivas, ver tabla 5

Tabla 5*: Resumen del Enfoque Creación de Valor*

Proceso	Selectivos con las áreas
Solución de problemas	En las áreas productivas
Orientación	Moderna contemporánea

Fuente: Elaboración propia

La DO ha evolucionado desde un enfoque sistémico y técnico-cuantitativo hacia un enfoque estratégico dominante, aunque sin un cambio profundo en la orientación real de sus contenidos. La muestra que utiliza (Antolín et al., 1998) reflejan esta transición, pero mantienen un núcleo central de temas (Introducción, Diseño del Proceso, Organización del Trabajo y Gestión de Inventarios) y una fuerte presencia de técnicas cuantitativas a lo largo del tiempo. La integración de los servicios es creciente pero aún insuficiente.

Integrar operaciones dentro de una organización que brinda servicios como un producto final es enlazar oportunamente cada uno de los elementos: activos, fijos y variables, la simbiosis de estos genera beneficios a la empresa.

2.3.3. Control de proyectos

Una fase del proyecto es un grupo estructurado de actividades que tienen las siguientes características: relaciones lógicas, progresiones estructuradas y objetivos en común, y todo ello relacionado con la definición según *Project Management Institute* (Jarrín, 2017)

En la gestión de proyectos la primera etapa es la planeación, la segunda es la definición del alcance y seguimiento y la última etapa es el control constante de los proyectos.(*Project Management Institute*, 2013).

En base a la metodología de trabajo se puede clasificar los controles de proyectos, cada uno de estos con sus respectivos enfoques

2.3.3.1. Control ágil

La metodología ágil es un enfoque iterativo para la gestión de proyectos que se centra en entre las actividades cíclicas de valor, tener en cuenta que cada ciclo se realizan todas las fases:

desde la toma de requerimientos hasta la entrega, permitiendo recibir feedback constantemente. A diferencia del modelo tradicional en cascada, las metodologías ágiles permiten ajustes rápidos basados en las necesidades cambiantes del cliente y promueven el desarrollo incremental del producto.

Se han desarrollado diversos marcos de trabajo ágiles que se aplican de forma habitual en proyectos a escala global. En total, existen más de veinte metodologías ágiles distintas. Entre las más conocidas y frecuentemente estudiadas en la literatura especializada —como destacan diversos autores— se encuentran Scrum, Extreme Programming, Kanban, Lean Software Development, Feature Driven Development, Agile Unified Process y el método Dynamic Systems Development (DSDM).

Las metodologías ágiles constituyen una opción eficaz para responder a los retos del actual entorno empresarial. Entre los marcos mencionados se encuentran Scrum, Kanban y XP; cabe destacar que los dos primeros se desarrollaron antes del Manifiesto Ágil. El control ágil de proyectos facilita la adaptación a cambios continuos.

2.3.3.2. Control productivo

Está enfocado en ejecutar un proyecto según el plan inicial que detalla las secuencias de cada actividad, para sus mediciones no contemplan el impacto de los escenarios alternativos que se hayan presentado.

2.3.3.3. Control integrado

Un proyecto tiene diferentes aristas y cada una de ellas reflejan comportamientos que tiene que estar controlados a través de sistemas de información, donde tengamos la información del alcance , costos, durabilidad y calidad toda esa información en tiempo real.

2.3.4. Lead Time

El lead time es un concepto ampliamente empleado en logística para evaluar la velocidad del flujo de materiales. Se define como el período que transcurre desde el inicio de un proceso operativo —como aprovisionamiento, almacenamiento, fabricación o distribución— hasta su conclusión.(Tejero, 2007)

Según (Cubas & Margarita, 2018) concluye que el lead time se calcula como la diferencia entre la fecha deseada de entrega y la fecha en que se ingresa la orden. Por su parte, el promedio ponderado por volumen se obtiene multiplicando las cantidades entregadas de cada producto por sus respectivos tiempos de espera, sumando estos resultados, y dividiendo el total entre el número de órdenes registradas en el sistema durante el período y la ubicación específica analizados.

En proyectos el concepto de lead time está ligado al cálculo desde que inicia la concepción de los expedientes y similares hasta la validación final de la obra por parte del área de interventoría.

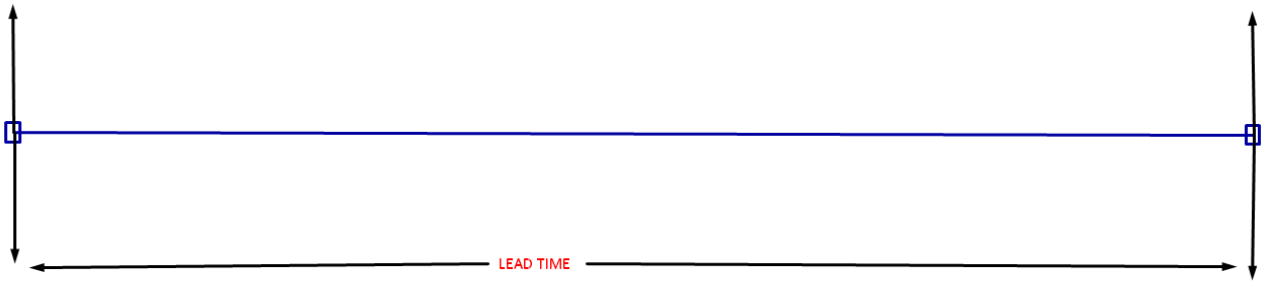
En la figura 4 vemos el lead time de un proyecto, desde el día 1 que inicia con el corte del pavimento hasta el día 10 que es cuando se ejecuta la reposición final del pavimento intervenido.

Figura 4*: Segmentación de Actividades por Días*

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
CORTE	T1A1	T2A1	T3A1	T4A1	T5A1	T6A1	T7A1	T8A1		
DEMOLICIÓN		T1A2	T2A2	T3A2	T4A2	T5A2	T6A2	T7A2	T8A2	
EXCAVACIÓN		T1A3	T2A3	T3A3	T4A3	T5A3	T6A3	T7A3	T8A3	
INSTALACIÓN		T1A4	T2A4	T3A4	T4A4	T5A4	T6A4	T7A4	T8A4	
COMPACTACIÓN			T1A5	T2A5	T3A5	T4A5	T5A5	T6A5	T7A5	T8A5
REPOSICIÓN					T1A6	T2A6	T3A6			T4A6 T5A6 T6A6 T7A6

Nota: Los días están segmentadas por tramos y actividades (T1A1), los colores ayudan a diferenciar el seguimiento de cada una de ellas.

Figura 5*: Lead Time*



Nota: Elaboración propia.

2.3.5. No conformidad (NC)

Una no conformidad consiste en el incumplimiento de un requisito o especificación establecida, ya sea en un proceso, producto o servicio. Estas desviaciones se consideran actividades que no aportan valor, ya que suelen generar trabajos de reproceso. Como consecuencia, producen desperdicios y, en situaciones más críticas, pueden llevar a la pérdida total de recursos.(Ortiz & Cáceres, 2010)

Según (Czischke Bertín, 2006) es necesario evaluar cada no conformidad, ya sea por su impacto económico o por su alcance, para luego determinar su disposición final. Esta puede incluir: reparación, aceptación por concesión, degradación para uso alternativo o rechazo y desecho final.

Las no conformidades en obras son observaciones producto de cualquier desviación de los procedimientos estandarizados, que traen como consecuencia pérdidas o reprocesos dentro del flujo de la producción

2.3.5.1 No conformidades en calidad.

No conformidad de agregados

Los agregados que se utilizan en obra tienen que cumplir con especificaciones técnicas, cuando el proveedor se presenta en obra con un material que no cumpla con las especificaciones del cliente, se pasa a devolver el material y a colocar la NC.

No conformidad constructiva

Son aquellas que se presentan durante el proceso constructivo y son consecuencia directa del personal operativo responsable de la ejecución.

No conformidad del trazo

Son aquellas que ocurren al inicio de cada proyecto, cuando se define el trazo y su posterior corte sin previamente haber culminado en su totalidad las calicatas de inspección.

No conformidad de la excavación

Durante el proceso de excavación manual o mecánica de la canalización respecto al tipo de vía o tipo de terreno se tiene que cumplir con las profundidades, esto es corroborado con las tapadas de la tubería, el incumplimiento de ellas corresponde una NC.

No conformidades de fusión

Está relacionado al tratamiento y manipulación de tuberías, estas al momento de unirse mediante un accesorio deben de cumplir con estándares de manipulación y parámetros de soldadura.

No conformidad de compactación

Según la Normas Técnicas Peruana (NTP) de suelos y cimentaciones se tiene que cumplir un porcentaje mínimo, si estas fuera del rango conlleva a la aplicación de una NC.

No conformidad de reposición

Tiene el mismo tratamiento que la compactación, está sujeto a parámetros y mediciones de la NTP y al infringirla recurrimos a las NC, con la finalidad de entregar la obra de acuerdo a los requerimientos del cliente.

2.3.5.2 No conformidades en Seguridad Salud y Trabajo (SST)

No conformidad de homologación de proveedores

Los proveedores que ingresen a obra y presten el servicio, tanto la unidad como el conductor y los trabajadores deben estar cumpliendo con el perfil mínimo para poder realizar la actividad, y para la maquinaria debe contar con toda la documentación en regla ello garantizará el correcto funcionamiento, al infringirlas amerita la NC.

No conformidad por actividad

Para que un personal operativo desempeñe cualquier actividad dentro de obra, lo primero que tiene que cumplir es con la homologación, es decir tiene que estar capacitado y tener la experiencia para realizar la actividad, ello certifica que hay menos probabilidad que ocurra un accidente laboral y el trabajador resulte dañado.

No conformidad por Elementos de Protección Personal de Seguridad (Epp´s)

No basta con tener la homologación para realizar la actividad, también es importante contar con los elementos de protección de seguridad (Epp´s), estos mitigaran el impacto negativo al momento de realizar la actividad, si línea de mando permite la ejecución de actividad sin ello se aplica la NC.

No conformidad de plazos

El acta de inicio de obra detalla la información general del proyecto y lo más importante son los plazos de ejecución, tanto de la hora de inicial como final y del plazo total del proyecto, el incumplimiento de ello requiere una NC.

2.3.6. Filosofía Lean

Desarrollado en Japón después de la Segunda Guerra Mundial su origen se remonta en el Sistema de Producción de Toyota (TPS) enfocados en maximizar el valor para el cliente y minimizar el desperdicio en cada uno de los procesos de una organización en la actualidad es conocida también como pensamiento Lean o en ingles Lean Thinking que ha sufrido una expansión multisectorial (manufactura, servicios, salud, construcción, software, etc.)

Según (Womack & Daniel, 2012) estos son los siguientes principios fundamentales.

2.3.6.1. Principios Lean

Especificar el valor desde la perspectiva del cliente

- ✓ ¿Qué está dispuesto a pagar el cliente?
- ✓ ¿Qué características o servicios realmente le importan?

Identificar la cadena de valor (flujo de valor)

- ✓ Una vez eliminados los desperdicios, hacer que los procesos fluyan sin interrupciones, esperas o cuellos de botella.

Crear un flujo continuo (fluir el trabajo)

- ✓ Una vez eliminados los desperdicios, hacer que los procesos fluyan sin interrupciones, esperas o cuellos de botella.

Buscar la perfección (mejora continua o Kaizen)

- ✓ Ciclo constante de identificación y eliminación de desperdicios, involucrando a todos en la organización.

2.3.6.2 Diagrama de Ishikawa

Tambien conocido como diagrama de causa y efecto o espina de pesacado, es un herramienta gráfica fundamental para analizar los problemas. El proposito fundamental es identificar, organizar y sisualizar de manera sistematica todas las posibles causas raíz que contribuyen a un problema o e efecto específico.

- ✓ Definir el Problema (Efecto): Escribirlo de manera clara y específica en el extremo derecho (la "cabeza" del pescado).
- ✓ Dibujar la Estructura: Trazar la línea central (espina principal) y las líneas diagonales (espinas mayores) para cada categoría.
- ✓ Lluvia de Ideas (Brainstorming): Con el equipo, generar todas las causas posibles. Preguntar "¿Por qué ocurre esto?" repetidamente (técnica de los 5 porqués) para llegar a causas más profundas.

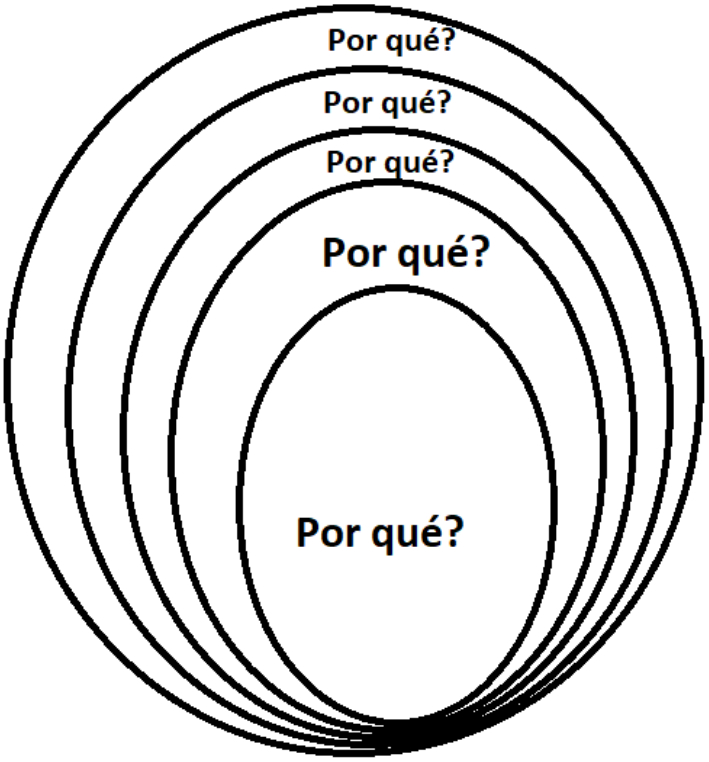
- ✓ Organizar las Causas: Agrupar cada causa identificada en la categoría (espina mayor) que le corresponda. Se pueden añadir "espinas menores" para desglosar causas complejas.
- ✓ Analizar y Priorizar: Buscar relaciones, patrones y las causas que parezcan tener mayor impacto. Estas serán el foco para la acción correctiva.

2.3.6.3 Técnica de los 5 porqués

Esta metodología, desarrollada por la empresa Toyota, es una herramienta para el análisis de problemas en obra. Su objetivo final es minimizar la recurrencia de fallas mediante la identificación sistemática de sus causas. El proceso se basa en un cuestionamiento repetitivo conocido como "los 5 porqués":

- ✓ Se formula una pregunta inicial sobre el problema.
- ✓ A cada respuesta se le vuelve a preguntar "¿Por qué?" de forma sucesiva.
- ✓ Se repite este ciclo (típicamente cinco veces) hasta llegar a la causa raíz.
- ✓ Identificado el origen fundamental, se diseña un plan de acción para eliminar o reducir los procesos no productivos que lo generaron.

Figura 6*: Diagrama de los 5 porqués*



Fuente: Elaboración propia

2.3.6.4 Clasificación Lean por sectores

Lean Manufacturing.

Aplicado en fábricas y plantas de producción cuyo enfoque es la eficiencia en las estaciones de trabajo, reducción de inventarios y flujo constante.

Lean Services.

Tiene amplia aplicación en los bancos, seguros, hoteles y administración pública dado que el producto es un servicio o información, el enfoque es disminuir los tiempos de espera, errores de datos, trámites redundante y sobre procesamiento burocrático.

Lean Healthcare

El sector que se acomoda es la Salud, busca reducir tiempos de espera de pacientes, errores médicos, optimizar el flujo en urgencias y quirófanos y mejorar la disponibilidad de equipos e insumos.

Lean Construction

Se aplica a la planificación y ejecución de proyectos de construcción. Usa herramientas como el Last Planner System para mejorar la fiabilidad de la planificación, reducir tiempo muertos y minimizar el movimiento de materiales y equipos de obra.

Lean Softwre Development

Adapta los principios Lean al desarrollo ágil de software. Promueve la eliminación de despilfarros en el proceso de desarrollo, toma de decisiones tardía y la entrega rápida de valor al usuario final. Está muy ligado a metodologías como Kanban y Ágil.

Lean Logistics & Supply Chain

Optimiza toda la cadena de suministro, desde el proveedor hasta el cliente final, para que el flujo de materiales e información sea continuo y sin interrupciones.

Los diferentes sectores tienen la posibilidad de aplicar las herramientas Lean, con la siguiente tabla podemos identificar el contexto y sus objetivos, ver tabla 6.

Tabla 6*: Cuadro Comparativo Lean por Sectores*

TIPO	CONTEXTO	OBJETIVO
+Lean Manufacturing	Industria en general	Flujo continuo y reducción de desperdicios
Lean Services	Bancos, seguros y administración	Mejorar la experiencia del cliente
Lean Healthcare	Hospitales, clínicas y restaurantes	Reducir esperas, seguridad al paciente
Lean Construction	Condominios y obras	Mejora la planificación, reducción de tiempos
Lean Software	Emprendimientos e innovación	Validar hipótesis de negocios, recursos limitados
Lean Logistics	Cadena de suministros	Flujo continuo de información sin interrupciones

Fuente: Elaboración propia

En esencia, no existe un tipo único de Lean, es una filosofía adaptable. El tipo que se aplique depende del problema que se quiera resolver, el sector de la organización y los resultados que se busquen. Lo constante son los principios fundamentales: valor para el cliente, flujo, pull y mejora continua.

2.3.7. Tipos de trabajo en Obra

Las actividades en el sector de construcción civil, como todos los sectores tiene sus particularidades entre ellas esta definir los tipos de trabajo.

En obra se presentan 3 tipos de trabajo o tareas y se pueden clasificar de la siguiente manera. (Cantú et al., 2009)

2.3.7.1 Trabajo Productivo (TP)

Se refiere a aquellas actividades que impactan de manera directa en la producción del proyecto. Estas tareas son realizadas por los operarios, quienes cuentan con la formación necesaria para desempeñarlas.

2.3.7.2 Trabajo Contributario (TC)

Normalmente es el trabajo de apoyo que se realiza de manera previa al trabajo productivo, los colaboradores que puden realizarlos tienen el cargo de ayudantes u operarios.

2.3.7.3 Trabajo no Productivo (TNP)

Es aquella actividad que en esencia no afecta directamente en la producción, siembargo es necesario hacerla.

En proyectos donde se ha monitoreado y medido constantemente los diferentes tipos de trabajo, implementando el nuevo sistema de operaciones, se han obtenido valores que serán considerados como referencia ideal para esta investigación.

Tabla 7*:Desempeño de los Tipos de Trabajo en Obra*

	Antes	Después
TP	33%	60%
TNP	45%	19%
TC	22%	21%

Fuente: Elaboración propia

2.3.8. Lean Construction (LC)

Según Rojas López et al (2017) LC se orienta hacia la minimización de residuos, el incremento de la productividad y la promoción del bienestar laboral en obra. Esto incluye la

prevención de accidentes y la garantía de la seguridad de los trabajadores, con el fin de satisfacer las exigencias del sector de la construcción.

El estudio determinó que el conocimiento que poseen las partes interesadas (stakeholders) sobre los principios de Construcción Lean (LC) tiene un valor considerable. Esto refleja que dichos principios se implementan de manera efectiva en el campo de trabajo y son apropiados para los actores del sector de la construcción.(Marhani et al., 2012)

El LC es una herramienta que busca mejorar el desempeño de un equipo, enfocado en la planificación, ejecución y seguimiento de la obra para lograr objetivos tangibles como reducción de tiempo de entrega y disminuir reprocesos.

2.3.8.1 Carta balance

Según (Oblitas & Villar, 2021) La carta de balance (o carta de equilibrio) es una herramienta de muestreo gráfico que permite analizar la eficacia de un método constructivo. En este gráfico, el eje Y representa los tiempos, mientras que el eje X enumera los recursos utilizados, como equipos y mano de obra (fundamental en los procesos de construcción).
A cada recurso se le asigna una barra, la cual se divide en segmentos de tiempo correspondientes a las distintas etapas de la actividad. Esto incluye tanto los tiempos productivos como los tiempos improductivos que son necesarios para desarrollar el trabajo.

El objetivo principal de esta técnica no es medir el esfuerzo individual del operario, sino optimizar la eficacia del grupo de trabajo. Se busca que los recursos se utilicen de la forma más óptima y eficiente posible, analizando y mejorando el método constructivo en su conjunto, en lugar de presionar por una mayor intensidad laboral

En la figura 7 mostramos la ficha que ayudo en la aplicación de la carta balance

Figura 7*:Ficha de Carta de Balance*

FICHA DE CARTA BALANCE		
ÁREA		**TRABAJO PRODUCTIVO: TP**
FASE		
FRECUENCIA		
TIEMPO		
RECURSOS		**TRABAJO CONTRIBUTORIO: TC**
ACTIVIDAD	NOMBRE/CARGO	
		TRABAJO NO CONTRIBUTORIO: TNC

Fuente: Elaboración propia

2.3.8.2 Nivel general de actividad

En primera instancia nos ubicamos en tiempo y espacio eligiendo un área operativa de la empresa, luego visualmente enumeramos las actividades de los trabajadores todo esto en un determinado tiempo, luego recogemos la información de cuantas veces se repite dichas actividades, es decir la periodicidad, para que finalmente se pueda clasificar dicha actividad como productiva, no productiva y contributaria.

Con los datos obtenidos elaboramos gráficos donde se muestre la segmentación de los tipos de trabajos clasificados por las áreas donde se hayan aplicado, es importante tener ese dato puesto que nos ayuda a diagnosticar la situación actual de la empresa y con ello poder enfocarnos en las áreas y actividades que poseen menor trabajo productivo.

Para fines del presente trabajo de investigación se tomó la muestra en el área administrativa que está compuesta por 15 trabajadores, realizando una visita al área administrativa cada 20 minutos este proceso repetitivo durante 8 horas laborales.

En la tabla 8 segmentamos los tipos de trabajos, según las áreas y a las actividades que se van a diagnosticar.

Tabla 8*:Actividad vs Tipos de Trabajo en Obra*

ACTIVIDAD	AREA	T.P	T.C	T.N.P
Administrativa	Permisos			
Administrativa	Logística			
Administrativa	Talento Humano			
Suma				
Rendimiento				

Fuente: Elaboración propia

El área administrativa es tomada como referencia para aplicar la carta balance , en la tabla 9 detallamos las actividades que se realizan en el área administrativa, en la fase previa a la ejecución de un proyecto.

Tabla 9:*Actividades del Área de Logística*

ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	PORCENTAJE
Enviar correos		
Realizar llamadas		
Reunirse		
Buscar información		
Publicar avisos		
Transporte		
Esperas		
Reprocesos		

Fuente: Elaboración propia

2.4. Definición de términos

Agregado: Son componentes fundamentales en la construcción, esenciales para la economía, estabilidad y funcionalidad de las obras

Afirmado: Es un tipo de agregado de composición granular utilizado para rellenar zonas excavadas sirviendo como base a las superficies.

Manifiesto ágil: Es un documento histórico donde se establece los valores y principios que fundamenten el desarrollo de nuevos softwares.

Calicatas: Son excavaciones reducidas y profundas que se utilizan para poder inspeccionar la composición del terreno como también ayuda a identificar canalizaciones instaladas.

Trazo: Es un proceso demarcar físicamente en el terreno la ubicación, alineamiento de una red de tuberías distanciando de sus elementos asociados (áreas verdes, postes, arboles, buzones, estructuras)

Tuberías de Polietileno: tipo de tubería plástica fabricada con polímeros de etileno dándole versatilidad y durabilidad, tiene flexibilidad, resistencia química, facilidad de instalación y bajo mantenimiento.

Fusión: en tuberías de Gas es un procedimiento técnico riguroso, normalizado y altamente controlado que al ejecutarse correctamente por el personal certificado quien crea una red de distribución continua, segura y confiable.

Accesorios: son componentes funcionales especializados que transforman un tramo simple en un sistema complejo y útil, coadyuvan en la seguridad, eficiencia y durabilidad del servicio instalado

.

Tapada: Es la distancia que separa el límite superior de la tubería canalizada respecto al nivel de referencia del pavimento donde se instaló, la distancia es variable según el tipo de vía.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis principal

Implementar un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction que mejora el control de los proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.

3.1.2. Hipótesis secundarias

- ✓ La implementación de un sistema integrado de operaciones que utiliza Lean Construction reduce el Lead Time en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.

- ✓ La implementación de un sistema integrado de operaciones que utiliza Lean Construction reduce las no conformidades en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.

3.2 Variables

3.2.1. Variable Independiente

Implementación de un sistema integrado.

3.2.2. Variable Dependiente

Control de proyectos.

3.3. Operacionalización de las variables

En el siguiente cuadro 1 se analiza la operacionalización de las variables

Cuadro 1 *Operacionalización de las variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Dependiente: Implementación de un sistema integrado	El proceso estratégico y transfuncional de unificar y armonizar diferentes sistemas de gestión, procesos, operaciones o modelos de un m arco único y coherente con el objetivo de lograr sinergias y aumentar significativamente la eficiencia de la gestión organizacional. (Jedynark, 2015)	Integrar operaciones dentro de una organización que brinda servicios como un producto final es enlazar oportunamente cada uno de los elementos: activos, fijos y variables, la simbiosis de estos genera beneficios a la empresa.	Recursos	Nivel de implementación
Independiente: Control de proyectos	Una fase del proyecto es un grupo estructurado de actividades que tienen las siguientes características: relaciones lógicas, progresiones estructuradas y objetivos en común, y todo ello relacionado con la definición según *Project Management Institute* (Jarrín, 2017)	El control de proyectos tiene que ser cuantificable, la duración de estos mediante el Lead Time y la incidencia de las no conformidades se determinara el desempeño del proyecto.	Tiempo Cantidad	Lead Time No conformidades

3.4. Matriz de consistencia

En el siguiente cuadro 2 se presenta la relación entre el problema, objetivo, hipótesis, variables e indicadores.

Variable	Tipo	Problema	Objetivo	Hipótesis
Implementación de un sistema integrado	Independiente	¿De qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction mejora el control de los proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural?	Determinar como la implementación de un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction mejora el control de proyectos en una empresa de instalaciones de Gas Natural.	Implementar un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction que mejora el control de proyectos en una empresa de instalaciones de Gas Natural.
Control de proyectos	Dependiente	¿De qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce el Lead Time en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural?	Determinar de qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce el Lead Time en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.	La Implementación de un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce el Lead Time en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.
		¿De qué manera un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce las no conformidades en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural?	Determinar como la implementación un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce las no conformidades en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural.	La implementación de un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction reduce el número de no conformidades en proyectos en una empresa de instalación de Gas Natural

Cuadro 2 *Matriz de consistencia*

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

La presente investigación se desarrolla en el marco de una ambiente relacionado a la ejecución continua de proyectos cuyo objetivo es entregarlos por ende esta relacionado a una investigación con enfoque de producción y en una línea del consumo renovables, dado que el Gas Natural es una tipo de energía renovables y si usamos el servicio como producto final tenemos que ser conscientes de ello.

4.2. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación se apoyó del enfoque cuantitativo según (Hernández & Mendoza, 2018) menciona que las investigaciones cuantitativas evalúan las hipótesis luego de haber recopilado datos y hacer las mediciones.

Este estudio también se clasifica como aplicado, ya que su finalidad es canalizar el conocimiento básico hacia usos concretos, generando así un beneficio tangible y práctico para la comunidad.

Su enfoque es, además, de nivel explicativo. Esto implica que pretende profundizar en las razones causales que originan un fenómeno, en lugar de limitarse a una descripción externa o un acercamiento preliminar a él.(Hernández & Mendoza, 2018)

La investigación adopta un diseño experimental de tipo longitudinal. En él, la manipulación controlada de la variable independiente permitirá medir sus consecuencias

sobre la dependiente, la cual se analizará comparativamente antes y después de la implementación del experimento. (Hernández & Mendoza, 2018)

4.3. Población, muestra y unidad de análisis

Unidad de análisis

La unidad de analisis de la investigación son los proyectos estos comparten en esencia el tipo de terreno (semirocoso) los distritos (zonas sensibles al cierre total de las vias) , respecto al alcance estan en el rango de 250m a 400m y el diametro de tuberia que se instala son de 32mm y 63mm.

Población

La unidad de analisis de la investigación son los proyectos estos comparten en esencia el tipo de terreno (semirocoso) los distritos (zonas sensibles al cierre total de las vias) , respecto al alcance estan en el rango de 250m a 400m y el diametro de tuberia que se instala son de 32mm, 63mm y 110mm .con las características de dificultad, ubicación

Muestra

El número de proyectos que conforman la muestra (12) se estableció mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo con los recursos con que se contaba para recoger los datos. Se consideró además que la empresa desarrolla un proyecto mensual, que la longitud de tubería a instalar en cada uno de estos oscila entre 250 y 400 metros, y que el estudio cubre un lapso de dos años.

Muestreo

Para la siguiente investigación dado que la población es pequeña e igual a la muestra es de correspondencia al muestro censal, esto es aplicable en relación que el presente trabajo tiene como unidad de investigación a los proyectos con características

en común ya sea el tipo de terreno, el distrito donde se ejecuta y el alcance y el estudio del presente trabajo es de la totalidad de elementos de la población

Según Zarcovich, (2005) explica que la muestra censal supone la obtención de datos de todas las unidades del universo y que los datos se recogen en una muestra que representa el total del universo, dado que la población es pequeña y finita

4.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación para la recolección de datos utilizamos la técnica de búsqueda documental también conocida como investigación documental que consiste en un proceso sistemático de identificación, selección, análisis y síntesis de la información de los reportes de producción de cada supervisor correspondiente los proyectos cuyo fin supremo es sustentar teóricamente la presente investigación.

Iniciamos definiendo los problemas, buscar los reportes donde encontremos la cantidad de NC y el LT son de gran ayuda, luego pasamos a buscar las fuentes en específico son las áreas relacionadas a la NC que es el área de Seguridad y Salud en el Trabajo SST, pero para el LT son los reportes de producción de cada cuadrilla esto está en el área de operaciones. Una vez que tenemos la información que responde al propósito de la investigación pasamos a registrar y elaborar los indicadores, con los resultados obtenidos analizamos la situación y el comportamiento de los proyectos.

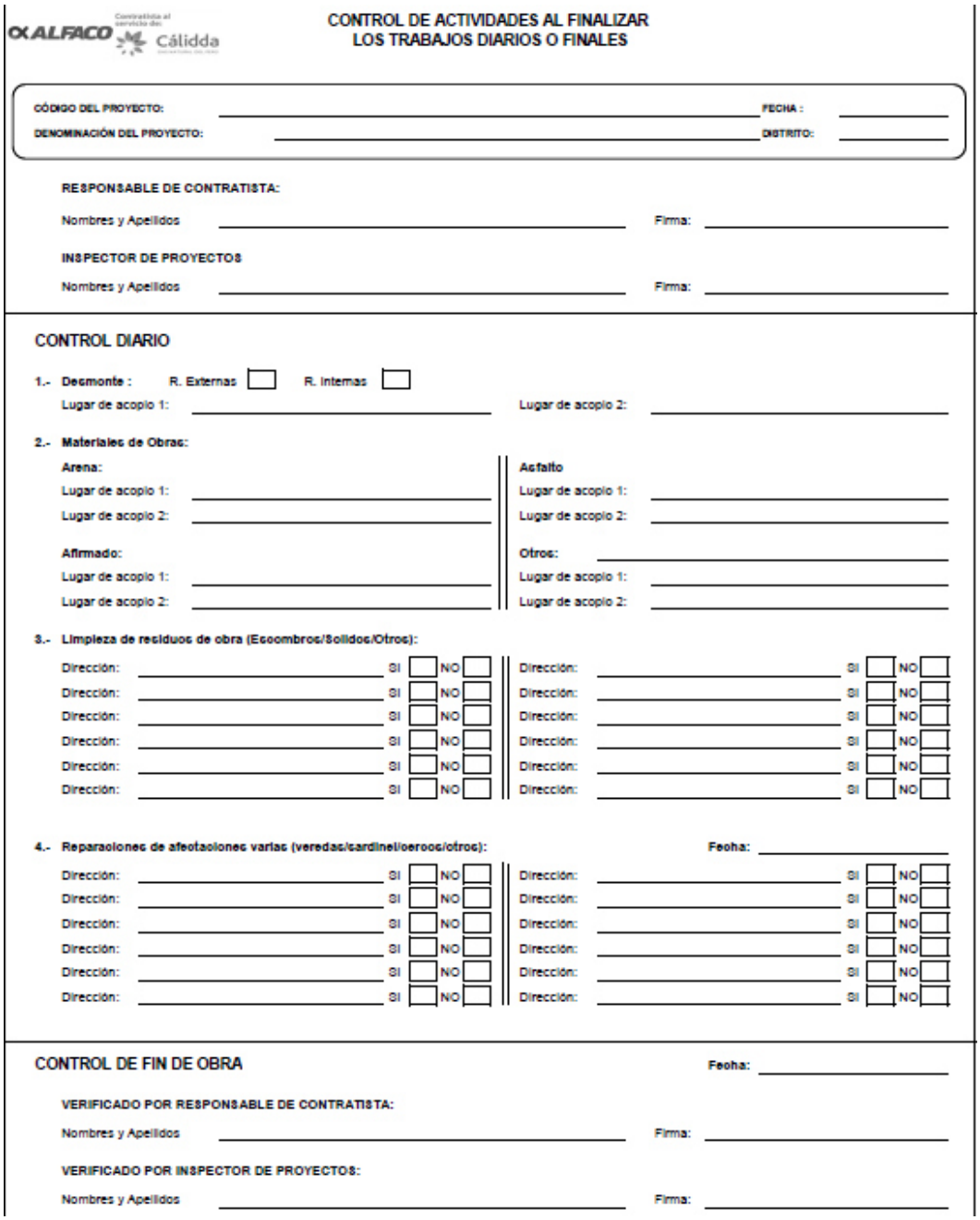
Según Ávila (2006) es una técnica que permite obtener documentos nuevos en los que es posible describir, explicar, analizar, comparar y criticar un tema o asunto mediante el análisis de fuentes de información

Nos apoyamos también en la técnica revisión de los informes diarios de control de actividades, esta ficha contiene la siguiente información:

- Fecha
- Responsables de la obra
- Avance producido
- Cantidad de NC
- Agregados en campo
- Validación de interventoría

También hicimos el análisis documentario para poder elaborar los indicadores y así poder medir el desempeño de los proyectos.

Figura 8: *Instrumento de Medición.*



CONTROL DE ACTIVIDADES AL FINALIZAR
LOS TRABAJOS DIARIOS O FINALES

CÓDIGO DEL PROYECTO: _____ FECHA : _____
DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: _____ DISTRITO: _____

RESPONSABLE DE CONTRATISTA:
Nombres y Apellidos _____ Firma: _____

INSPECTOR DE PROYECTOS
Nombres y Apellidos _____ Firma: _____

CONTROL DIARIO

1.- Desmonte : R. Externas ☐ R. Internas ☐
Lugar de acopio 1: _____ Lugar de acopio 2: _____

2.- Materiales de Obras:
Arena:
Lugar de acopio 1: _____
Lugar de acopio 2: _____
Afirmado:
Lugar de acopio 1: _____
Lugar de acopio 2: _____
Asfalto
Lugar de acopio 1: _____
Lugar de acopio 2: _____
Otros: _____
Lugar de acopio 1: _____
Lugar de acopio 2: _____

3.- Limpieza de residuos de obra (Escombros/Solidos/Otros):
Dirección: _____ SI ☐ NO ☐ (×6)
Dirección: _____ SI ☐ NO ☐ (×6)

4.- Reparaciones de afectaciones varias (veredas/cardinel/cerros/otros): Fecha: _____
Dirección: _____ SI ☐ NO ☐ (×6)
Dirección: _____ SI ☐ NO ☐ (×6)

CONTROL DE FIN DE OBRA Fecha: _____

VERIFICADO POR RESPONSABLE DE CONTRATISTA:
Nombres y Apellidos _____ Firma: _____

VERIFICADO POR INSPECTOR DE PROYECTOS:
Nombres y Apellidos _____ Firma: _____

Fuente: formato de la empresa.

4.5. Análisis estadístico

En la presente investigación dada la recolección de datos paramétricos en primera instancia verificaremos la distribución normal de los datos numéricos que corresponde a

las NC Y LT usando Shapiro y Wilk, luego usaremos la prueba de t-student para muestras independientes con la finalidad de comparar los promedios en grupos de muestras relativamente pequeñas.

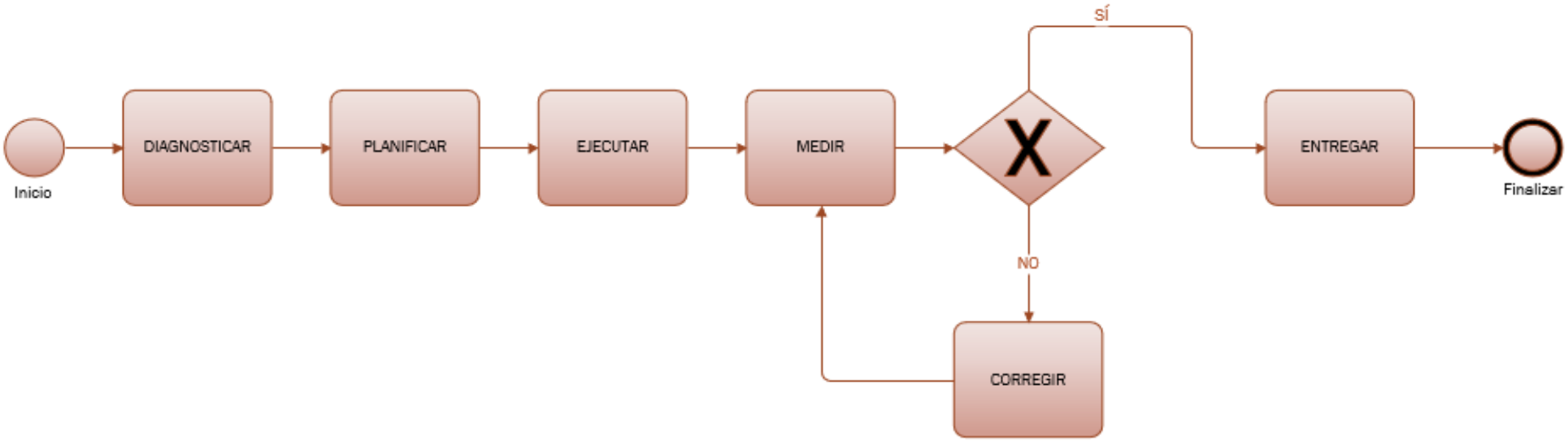
Según King (2019) la validez de la inferencia estadística basada en la distribución z o t para muestras pequeñas descansa en el supuesto de que la distribución poblacional no se aparta de manera significativa de la normalidad, resulta obligatorio evaluar la normalidad de los datos. De no cumplirse este supuesto y el tamaño muestral ser reducido ($n < 25$), no está justificado el empleo de la prueba t paramétrica, siendo necesario optar por una prueba no paramétrica, como la U de Mann-Whitney.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Implementación de Sistema Integrado de Operaciones

Implementar un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction radica en seguir una nueva secuencia de etapas: Diagnosticar, planificar, ejecutar, medir, corregir y entregar respecto a la ruta tradicional que fue: Planificar, ejecutar y entregar, tal como se puede ver en la figura 9 y 10.

Figura 9:*Flujo de Operaciones Aplicando Lean Construction*



Fuente: elaboración propia.

Figura 10: *Flujo de Operaciones sin Lean Construction.*



Fuente: elaboración propia

5.1.1. Diagnosticar

En esta primera etapa utilizaremos una herramienta del Lean Construction, la carta de balance, nos ayuda a identificar mediante gráficos el grado de participación del trabajador respecto a los tipos de trabajos ya sean trabajos productivos, no productivos y contributarios.

Dentro del ciclo de trabajo, en la fase de inicio, evaluaremos las actividades de las áreas de permisos municipales, logística y talento humano; identificaremos las actividades que no generan valor.

Área de permisos municipales

Es la encargada de gestionar todos los expedientes, permisos y aprobaciones por parte de las entidades reguladoras del estado como son: OSINERGMIN, la municipalidad local y metropolitana.

Objetivos:

- ✓ Tramitar expediente municipal
- ✓ Tramitar la aprobación del ente regulador (OSINERMING)

Área de logística

Buscan los recursos operativos, desde la compra de herramientas, señalización, tubería y accesorios hasta el alquiler de máquinas, camiones y traslados al punto de trabajo.

Objetivos:

- ✓ Alquilar maquinaria.
- ✓ Comprar tubería y accesorios.
- ✓ Realizar el traslado.

Área de Talento Humano

Recluta el capital humano, busca a los trabajadores competentes con la experiencia y disposición de poder realizar el trabajo en campo.

Objetivos:

- ✓ Captar el personal operativo
- ✓ Capacitar y evaluar al personal operativo

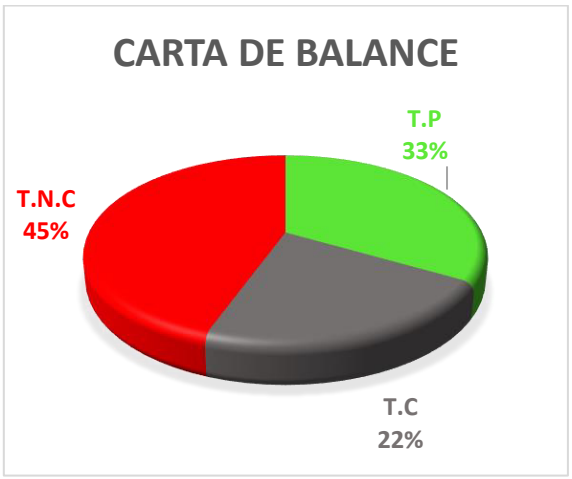
Figura 11*: Aplicación de la Carta Balance en el Área Administrativa*

FICHA DE CARTA BALANCE		
ÁREA	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	**TRABAJO PRODUCTIVO: TP**
FASE	INICIO	Enviar correos
FRECUENCIA	1 día	Realizar llamadas
TIEMPO	3 días	Reunirse
RECURSOS		**TRABAJO CONTRIBUTORIO: TC**
ACTIVIDAD	NOMBRE/CARGO	Buscar información
Administrativa	Molina/Oficinista	Publicar avisos
Administrativa	Díaz/Programadora	Transporte
Administrativa	Huaman/Reclutamiento	
		TRABAJO NO CONTRIBUTORIO: TNC
		Esperas
		Reprocesos

Fuente: elaboración propia.

Después de aplicar la carta de balance como resultados podemos identificar que el trabajo productivo en menor que el no productivo, ver figura 12

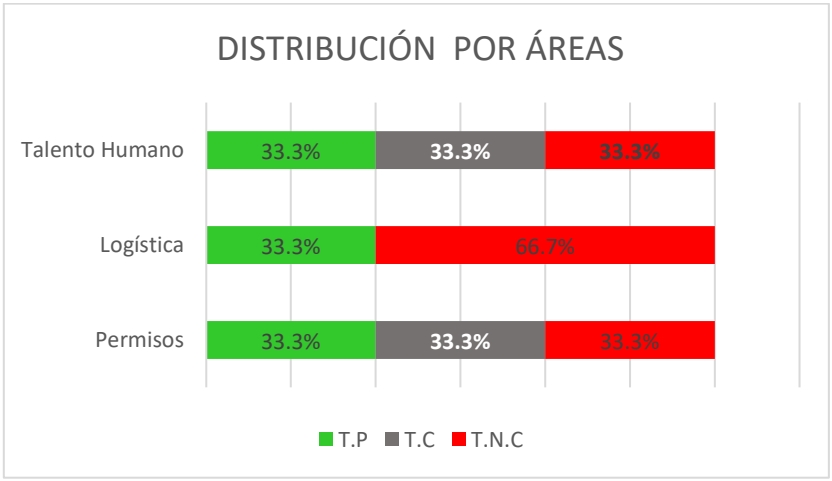
Figura 12*: Gráfico de Pastel de los Trabajos en Obra*



Fuente: elaboración propia

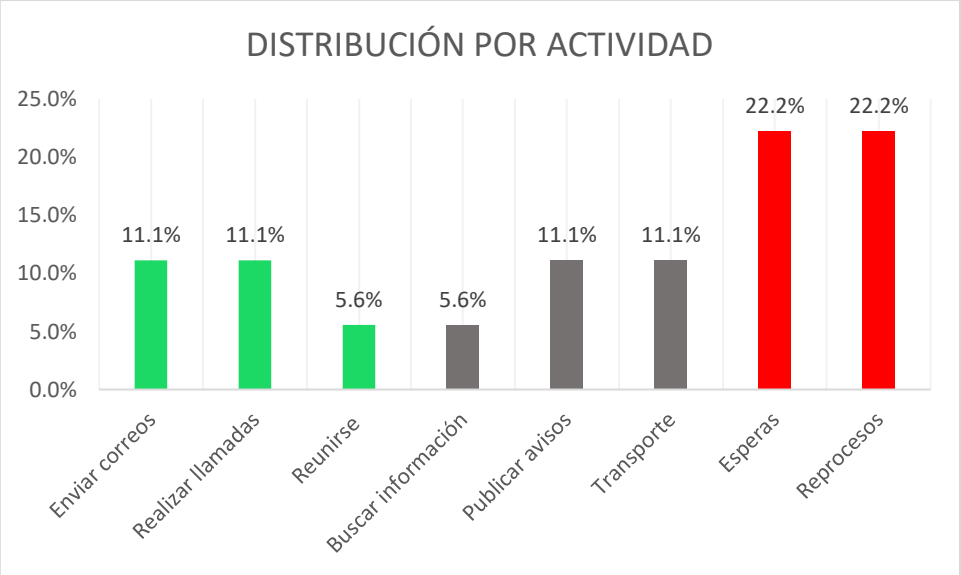
En la figura 13 vemos que de las tres áreas evaluadas es logística quién tiene mayor cantidad de trabajo no productivo.

Figura 13: *Gráfico de Barras de las Áreas Administrativas*



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: *Segmentación por actividad*



Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Planificar

En esta etapa asignamos los recursos operativos de acuerdo al alcance del proyecto esto determinará cuantos días durará la ejecución.

5.1.2.1 Recorrido antes de la ejecución

En esta etapa inicia el trabajo en campo, hacer la inspección visual antes de la intervención es vital eso con la finalidad de tener un panorama más claro de cómo se van a desarrollar las actividades, tenemos que ver el alcance, es decir, identificar la ubicación del empalme, del cliente objetivo e identificar un cruce la posibilidad de cruzar interferencias críticas. La importancia de la ubicación de empalme es vital debido a que será el abastecimiento de Gas al cliente objetivo y si en ese proceso nos encontremos con alguna barrera, llámese física, eléctrica o sanitaria, ver la figura 14

Figura 14: *Recorrido Inicial de Obra*

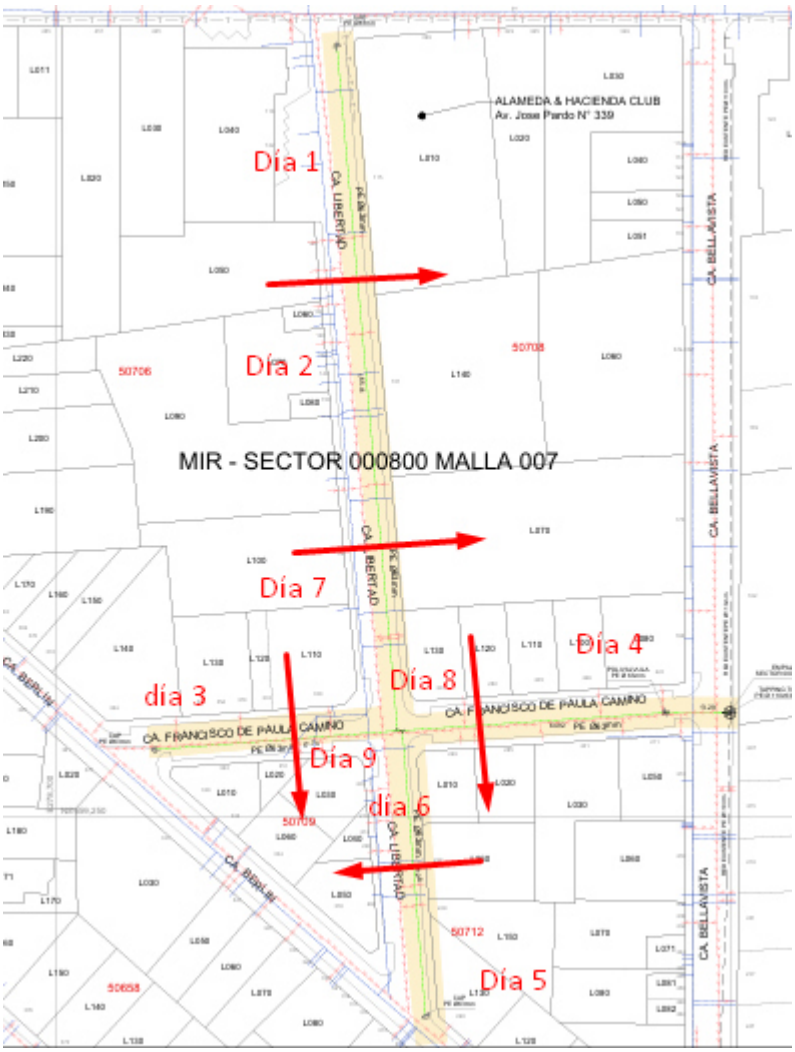


Fuente: elaboración propia.

5.1.2.2 Distribución por tramos de trabajo

Los proyectos tienen un metrado total, vamos segmentarlos en partes iguales respecto al avance estimado diario. Inicialmente los proyectos tienen que durar dos semanas cada semana en 4 días de avance en excavación y 1 día de reposición, ver figura 15.

Figura 15*: Distribución de Tramos en el Plano*



Fuente: elaboración propia.

5.1.2.3 Asignación de recursos.

Una vez segmentado el área de trabajo planificamos los recursos que la cuadrilla va utilizar en mano de obra, maquinarias, agregados finos y gruesos.

Mano de obra.

La conformación de la cuadrilla tiene dos ejes, el primero este compuesto por la línea de mando liderado por el residente de obra luego está el supervisor civil,

prevencionista, supervisor de calidad y metrador. El segundo eje es del tren de avance conformado por los excavadores, compactadores, cortador de pavimento, operarios de maquinaría, conductores y personal de apoyo. Ver la tabla 10.

Tabla 10*:Mano de Obra*

Línea de mando	
Puesto	Cantidad
Residente	1
Supervisor civil	1
Prevencionista	1
Supervisor de calidad	1
Metrador	1

Línea de avance	
Puesto	Cantidad
Cortador	1
Excavación	7
Compactación	3
Operadores	2
Vigías	2
Conductores	2
Fusionista	2

Fuente: elaboración propia

Residente.

Es el ingeniero que al iniciar el proyecto se encarga de firmar los expedientes, coordina con el área de gestión humana para que estos tengan el personal de línea de avance aptos hace seguimiento a los requerimientos logísticos del supervisor, está en constante comunicación con interventoría informándole el avance del proyecto y al final realiza un recorrido de conformidad.

Supervisor civil.

Es el ingeniero que ejecuta el proyecto, asigna las tareas, organiza al personal, atiende las eventualidades que surjan durante la ejecución de las actividades del día a día, es el principal responsable de la obra, coordina con el área de SOMA con la finalidad de ejecutar cada actividad con los lineamientos y estándares que solicita el cliente, elabora planes de trabajo apoyados en los procedimientos y en coordinación con el supervisor de calidad libera las actividades diarias.

Supervisor de calidad.

Es el ingeniero que supervisa en todo momento que la tubería tenga un correcto tratamiento, desde su traslado, almacenamiento, manipulación e instalación en zanja. Valida la correcta ejecución del manual, coordina con los auditores de OSINERGMIN que se esta cumpliendo con todos los lineamientos y en caso surgiera alguna desviación proceder a la corrección de inmediata.

Metrador.

Es el trabajador encargado de registrar fotográficamente los trabajos, desde el corte de pavimento hasta la reposición del pavimento, detalla los tramos donde demando mayor esfuerzo operativo y con ello más consumo de material todo ello con la finalidad de que el valorizador pueda cobrar en la valorización final.

5.1.3. Etapa de ejecutar

Son seis procesos primordiales los que sostienen el flujo de actividades, la primera actividad es cortar el pavimento, lo hacemos con dos operarios y una máquina especializada en ello. Cortando el pavimento correcta y anticipadamente facilita el desarrollo de las siguientes actividades, es por eso que tiene una vital importancia. La segunda actividad es demoler el terreno cortado , el proceso lo realizamos con un minicargador con el martillo hidráulico y un vigía que oriente el radio de trabajo de la máquina , a medida que avanza los metros lineales en demoler pasamos a la siguiente actividad de excavación que es cuando ingresan los excavadores al terrenos demolido a profundizar la zanja utilizando sus herramientas (picos, lampas y barretas) concluida la excavación pasamos a “bajar tubería” que viene a ser la instalación de la tubería dentro de la zanja excavada para luego cubrir la tubería con los agregados con ello podemos pasar al siguiente proceso , compactación donde el personal capacitado, compactadores,

utilizan los vibroapisonadores para poder dejar el terreno sin posibles hundimientos y finalizamos con la reposición final de pavimento sea el caso de pavimento rígido, lo hacemos con un mixer que trae el concreto o puede ser el pavimento flexible, esto lo realizamos con el asfalto en caliente cualquiera de los dos tipos con el terreno compactado procedemos a realizar la reposición final de los tramos intervenidos.

Corte

La cortadora de pavimento sigue un trazo que es por donde vamos a enterrar la tubería con Gas, el largo y ancho y el trazo están sujetas al diámetro de la tubería que se instalará, el operario y su ayudante avanza con el corte según los tramos segmentados.

Parámetro de HSE.

Según el manual de SST para contratista de Calidda, el equipo tiene que estar operativo esto lo verificamos mediante un check list preoperacional donde el operador certifica el cumplimiento. El operador y su ayudante tiene que portar correctamente los EPPS, caso contrario el prevencionista paraliza la actividad y procede a colocar la no conformidad.

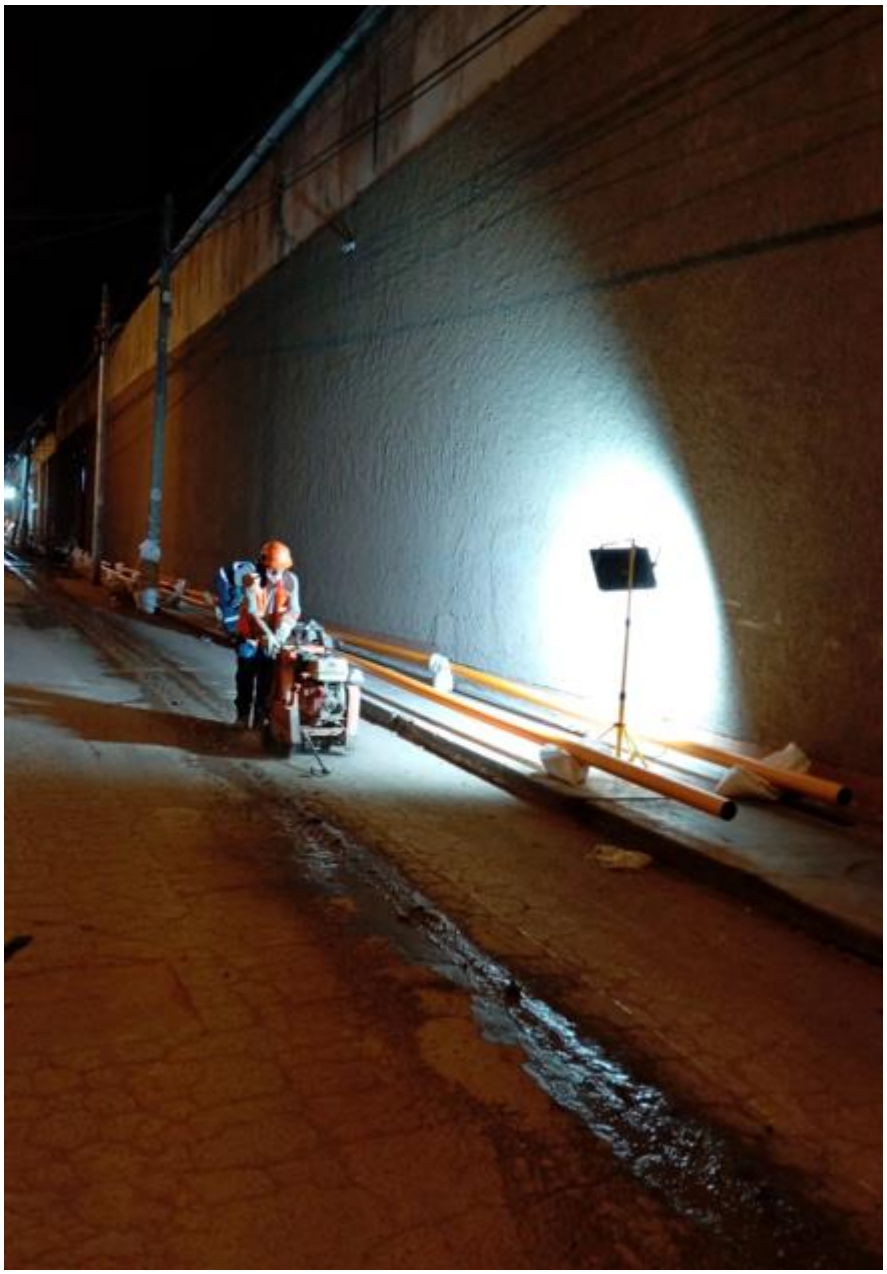
Parámetro de calidad.

La última versión del manual especifica el correcto trazado con las dimensiones que corresponda según el tipo de tubería, aparte de ello debemos considerar que son cuatro las veces que se tiene que cortar un mismo tramo

Parámetros medioambientales

Los efectos medioambientales que genera cortar el pavimento con la máquina son estruendosos ruidos, que son mitigados con tapones auditivos, y polución que se controla con un correcto regado, uso de mascarillas y lentes de seguridad, ver la figura 16

Figura 16*: Operario Cortando el Pavimento*



Fuente: elaboración propia

Demolición

Una de las tres funciones principales del minicargador y su operario es demoler el pavimento cortado, usando el accesorio del martillo demoledor la máquina inicia su recorrido a medida que va demoliendo.

Parámetro de HSE.

Cualquier desplazamiento del minicargador tiene que ser con su vigía y este tiene que tener un silbato que será el medio de comunicación con el operario, muy aparte de ello hay una distancia mínima obligatoria de separación entre el trabajador y el minicargador, que son 5m, entonces mientras avanza con la demolición los trabajadores nos separamos los 5m.

Parámetros medioambientales.

Al igual que cortar el pavimento, demoler también genera estruendosos ruidos para ello todo personal que este trabajando en un radio de 10m debe estar con doble protección auditiva y adicional a ello usar los lentes de protección ante la posibilidad de la proyección de cualquier partícula, ver figura 17.

Figura 17*: Demolición del Pavimento*



Fuente: elaboración propia.

Excavación

Es una actividad manual donde inician retirando los bloques demolidos, cada excavador tiene una longitud de tramo donde tiene que excavar y lo hace utilizando un pico, lampa y barreta. La profundidad es determinada según la clasificación de calle que estamos interviniendo y el diámetro de tubería que se está instalando *ver cuadro*

Parámetros de HSE

Como hacen uso principalmente del pico y este al ser una herramienta punzocortante, obligatoriamente tiene que existir 3m de separación mínima entre cada excavador, ante la posibilidad de encontrarse con cables energizados subterráneos el

trabajador tiene que contar con herramientas que tengan aislamiento eléctrico, el pico y la lampa deben tener un mango de madera y la barreta tiene que tener un recubrimiento de gebe donde funcione como aislamiento. Aparte de las herramientas los excavadores tienen que trabajar con zapatos dieléctricos en buen estado.

Parámetros constructivos.

El procedimiento para instalación de tuberías indica que debe existir una distancia de 14cm de separación entre las paredes laterales de la zanja y los extremos tangentes de la tubería, esto implica que la excavación tiene que ser uniforme desde el inicio hasta la profundidad requerida, ver figura 18.

Figura 18*: Tendido de Tubería*



Fuente: elaboración propia

Como la tubería hace un recorrido transversal hay una alta probabilidad de encontrase con instalaciones sanitarias y eléctricas, ante ello debemos distanciarnos 30cm de las instalaciones sanitarias y 50cm de las interferencias eléctricas esto conlleva en su gran mayoría a profundizarnos más, ver figura 19.

Figura 19: Excavación Manual de Canalizaciones



Fuente: elaboración propia

Instalación

Es el principal proceso, debemos asegurar la correcta manipulación de la tubería, verificar que la canalización cumpla con las separaciones correspondientes, en base a ello detallamos las etapas del proceso.

Inspección

Terminada la excavación empezamos a validar y liberar el terreno, el metrador empieza a tomar sus medidas de profundidad, largo y ancho de todo el tramo excavado mientras el fusionista en compañía del supervisor de calidad valida el estado de la tubería, en caso encuentren rayaduras o cortes pasamos a cortar la tubería dañada.

Tendido de tubería

Validado el tramo, en la zanja los excavadores aplican la primera capa de arena de 10cm de profundidad, sobre esta capa colocamos la tubería de polietileno que según el recorrido debe distanciarse radialmente de las interferencias sanitarias y eléctricas las distancias deben de ser evidenciadas fotográficamente por el metrador y validadas por el supervisor de calidad antes de cubrir la tubería validamos la profundidad de la excavación mediante el registro fotográfico de las tapadas de edificación, árbol y poste según aplique en el tramo, tal como se puede ver en la figura 20

***Figura 20**: Tendido de tubería*



Fuente: elaboración propia

Relleno de canalización

Seguidamente cubrimos la tubería con la segunda capa de arena, colocamos el cable de cobre sobre todo el tramo con tubería, luego de colocar la segunda capa del agregado fino pasamos a colocar la primera capa del agregado grueso, afirmado, luego de compactar de la misma forma que se hizo con el cable, colocamos la cinta de prevención de no excavar y finalmente rellenamos la última capa de afirmado

Eliminación

Durante la excavación se tiene que eliminar el material sobrante, desmonte, nos apoyamos con el minicargador para poder acopiarlo y posteriormente eliminarlo con los volquetes, ver la figura 21

Figura 21*: Eliminación de Desmonte*



Fuente: elaboración propia

Compactación

Parámetros de HSE

Antes de iniciar la actividad el supervisor de seguridad y el compactador tienen que verificar la operatividad del vibro apisonador, lo hacen mediante una inspección visual cotejando con su checklist, luego el personal que utilizará la máquina tiene que contar con los EPP´S tales como los zapatos punta de acero, doble protección auditiva (tapones y orejeras) y lentes de seguridad. Si la máquina y el trabajador cumplen con lo mínimo requerido procedemos con la actividad.

Parámetros constructivos.

El objetivo de compactar es evitar posibles hundimientos, con ello el manual para contratistas de Calidda indica que se tiene que aplicar 24 pasadas la primera capa de afirmado, sub base, con humectación constante, seguidamente colocamos la cinta de prevención de no excavar, finalmente con la misma cantidad de pasadas que la sub base compactamos la última capa de afirmado, la base, ver la figura 21.

Figura 22: *Compactación de Canalización*



Fuente: elaboración propia

Reposición

Es la última etapa del proceso, dependiendo del tipo de calzada la reposición puede ser de pavimiento flexible o rígido cual sea el caso tenemos que respetar los estándares de calidad y seguridad para la reposición del mismo.

Pavimento rígido

Técnicamente se denomina pavimento rígido al que este compuesto por una mezcla de agregados gruesos, cemento y agua, que es el concreto.

Parámetros de HSE

Al tratarse de una mezcla de productos químicos que en esencia vamos a manipular dicha mezcla, los trabajadores tienen que contar con su traje tyvek, guantes de gebe, lentes de seguridad y en caso aplique sus botas de gebe.

Parámetros de calidad.

Tenemos que respetar los criterios técnicos que las municipalidades nos recomiendan, esto es respecto a la resistencia del pavimento, en base a ello realizamos el pedido del mixer va depender de ello para determinar la trabajabilidad del concreto, es decir el slump con el que vamos a trabajar en campo.

Teniendo claro los estándares del concreto, operativamente antes de aplicar el concreto tenemos que humedecer las paredes laterales donde reposará el concreto, luego a medida que avanza el mixer y con ello la descarga tenemos que acompañar con la vibradora de concreto, con ello evitamos futuras rajaduras y mejoramos el acabado final, ver figura 23.

Figura 23*: Reposición de Concreto*



Fuente: elaboración propia

Pavimento flexible

Lo llaman así por la flexibilidad que presenta al momento de someterle fuerza de compresión y este compuesto por agregados finos y la emulsión asfáltica.

Parámetros de HSE

Para este tipo de pavimento necesitamos máquinas como la cortadora, los rodillos, la plancha y la compresora , tenemos que verificar que cada una de ellas tenga su botiquín de emergencia y kit antiderrame junto a su check list pre operacional, respecto a los trabajadores adicionales a los EPPS básicos tienen que contar con una

mascarilla con filtro para productos químicos. Cumpliendo con las recomendaciones procedemos aplicar el asfalto.

Parámetros de calidad.

En el proceso de aplicado de asfalto, lo primero que tenemos que validar es la temperatura del asfalto, cuando llega en el volquete y empezamos a liberar en el tramo la primera toma de temperatura tiene que estar como mínimo 120°C y a medida que vamos aplicando en la carpeta asfáltica tiene que llegar como mínimo a 100°C, cumpliendo con la temperatura y luego con el correcto tratamiento del asfalto procedemos con el pulido y limpieza, ver figura 24.

Figura 24*: Reposición de Asfalto Caliente*



Fuente: elaboración propia

5.1.4. Etapa de medir

El principal objetivo es identificar visualmente los días y los procesos que presenten el desface de lo planificado versus lo ejecutado, esta información será trasladada a la etapa V.

En esta etapa registramos los datos numéricos que corresponden a cada proceso, iniciamos con metas propuestas y luego colocamos el avance diario con estos dos datos numéricos podemos elaborar los indicadores que visualmente identificamos los días que se cumple lo planificado versus lo ejecutado.

Como parte del proceso, si en cualquier etapa ocurre un desface de lo planificado y ejecutado esto repercute en las subsiguientes etapas ello implica en el corto plazo ver la forma de recuperar el metrado perdido y en mediano plazo analizamos la causa raíz del por qué ocurrió y en el largo plazo es anticiparnos a que no suceda eventos que generen el desface, ver figura 25.

Figura 25*:Cuadro de Avance de Obra*

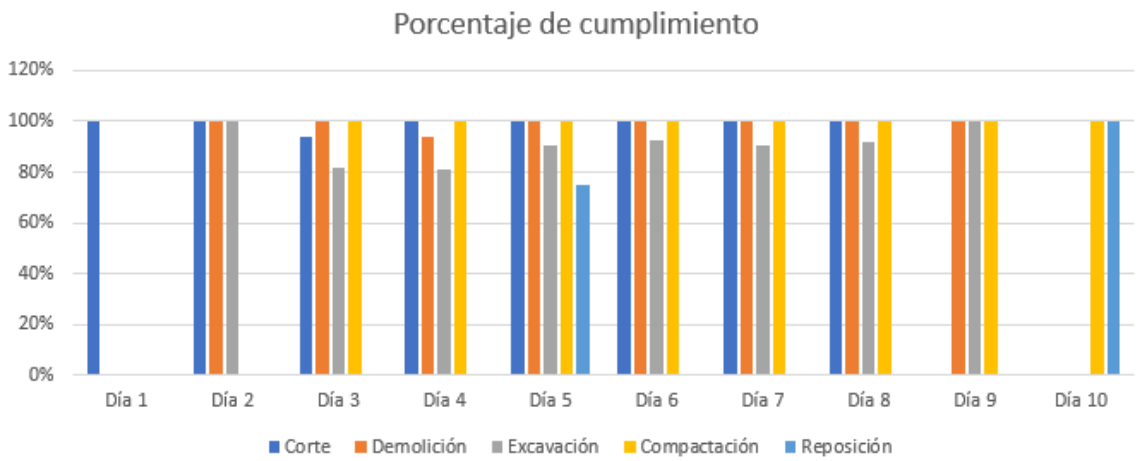
PARTIDA	UND	METRADO TOTAL	AVANCE									
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
CORTE	m	400	60	50	50	50	50	50	50	40	0	0
Avance	m	400	60	50	40	60	50	50	50	40	0	0
DEMOLICIÓN	m	400	0	60	50	50	50	50	50	50	40	0
Avance	m	400	0	60	50	40	60	50	50	50	40	0
EXCAVACIÓN	m	400	0	60	50	50	50	50	50	50	40	0
Avance	m	400	0	60	30	40	60	50	40	50	70	0
COMPACTACIÓ	m	400	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50
Avance	m	400	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50
REPOSICIÓN	m	400	0	0	0	0	200	0	0	0	0	200
Avance	m	400					150					250

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente gráfico podemos visualizar el comportamiento de cada actividad y su cumplimiento de lo planificado y ejecutado, el objetivo principal es cumplir con el lead time propuesto.

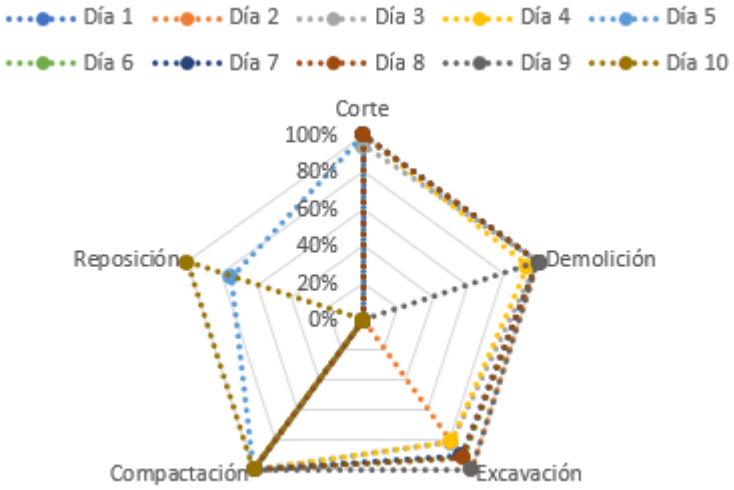
En el gráfico de porcentaje de cumplimiento podemos ver que tanto al inicio como al final presentan un cumplimiento del 100% mientras que en la parte central existe los desfaces que a medida que pasan los días se van reajustando, ver figura 26.

Figura 26*: Cumplimiento del Avance*



Fuente: elaboración propia

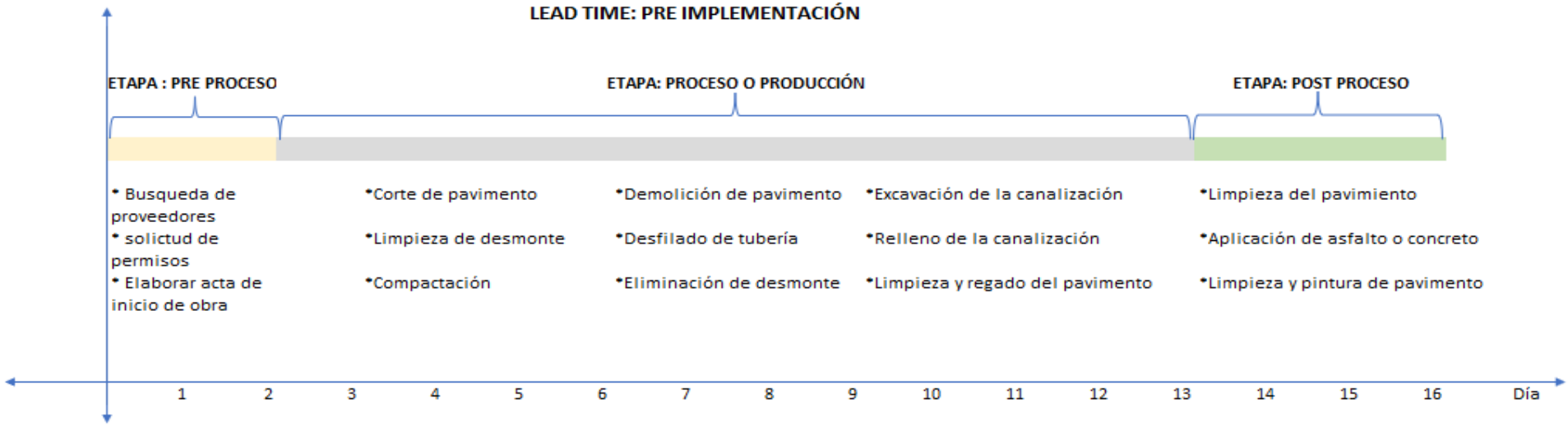
Figura 27*:Simetría del Avance por Actividad*



Fuente: elaboración propia.

Durante le implementación del sistema integrado de operaciones, el área operativa maneja una asignación (conjunto) de proyectos distribuidas por todo Lima de diferentes alcances para los proyectos que aplican a esta investigación tienen una fecha tentativa de inicio y de término todo ello en base a los recursos que dispone la cuadrilla y las fechas que la municipalidad habilita la marcha del proyecto en base a los presupuesto y permisos municipales del cliente la empresa asigna la fecha límite de término.

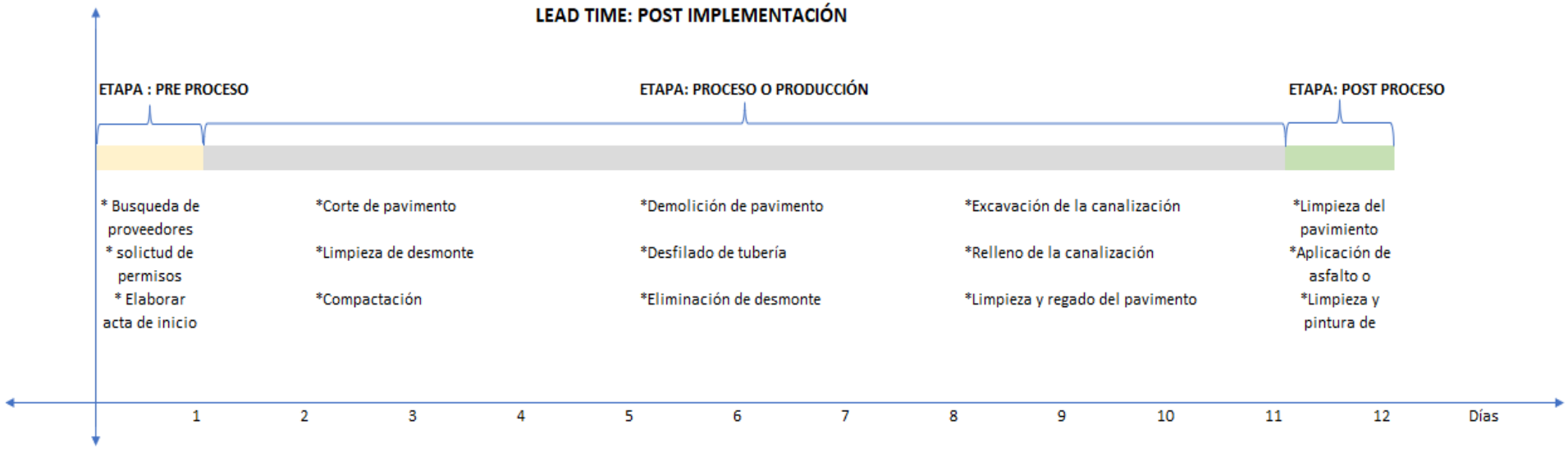
Figura 28: *Actividades en cada etapa antes de la implementación.*



Fuente: elaboración propia.

En la figura 28 podemos ver que el Lead time está compuesto por tres etapas, la primera que la etapa de pre proceso, donde elaboramos los expedientes, buscamos a los proveedores para el abastecimiento de máquinas y agregados, en esta etapa duran 2 días, luego pasamos a la etapa de proceso de producción que dura 11 días y finalmente la última etapa post proceso que es cuando se realizan los trabajos finales inspeccionados por el área de auditoría tal como se puede apreciar en la figura 29.

***Figura 29**: Actividades en cada etapa después de la implementación.*



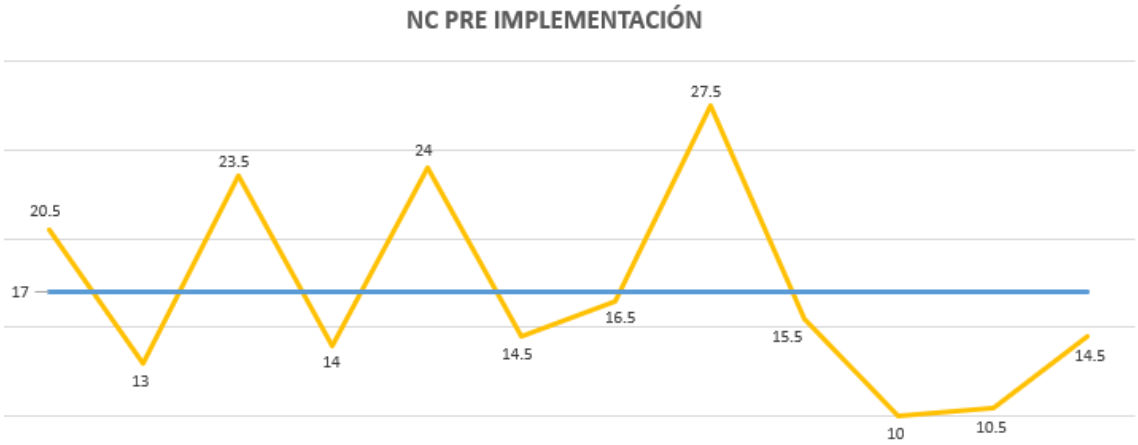
Fuente: elaboración propia.

Luego de la implementación de sistemas integrados de operaciones aplicando Lean Constructión , en la etapa de pre proceso utilizamos la herramienta carta balance encontrando los trabajos no contributarios dentro del tren de actividades, durante la etapa de producción como consecuencia de las recurrentes no conformidades durante las diferentes tareas utilizamos la regla de los 5 porqué con ello delimitamos la causa raíz de los problemas y tomamos decisiones para mejorar y optimizar el uso de los recursos lo mismo sucede con la última etapa del post proceso.

El tratamiento para las no conformidades NC, elaboré una gráfica de tendencia donde se puede visualizar el comportamiento de las cantidades versus los proyectos todo ello con la métrica del promedio de NC durante los 12 proyectos previos a la implementación,

Visualizamos que hay un comportamiento inestable, con picos mayores de 27.5 puntos sobre todo al inicio con un claro comportamiento al aumento, todo ello con un promedio de 17 puntos que interpretados son 6 NC por proyecto, ver figura 30.

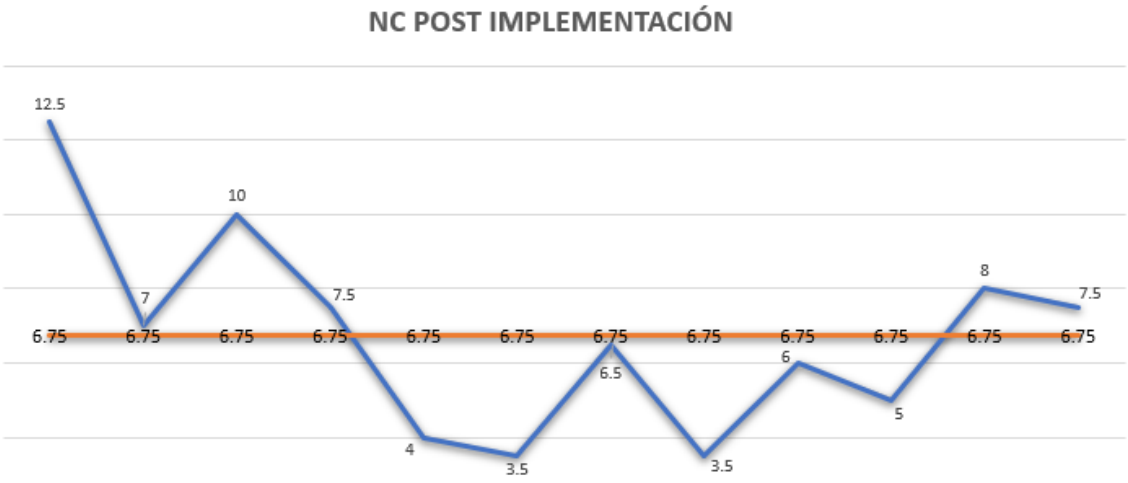
***Figura 30**: Tendencia de las no conformidades antes de la implementación*



Fuente: elaboración propia.

Luego de la implementación con la misma gráfica de los 12 proyectos donde se aplico la metodología vemos que hay un media de 6.75 puntos para las NC en base a ello visualmente hay una tendencia a la disminución llegando a tener 3.5 puntos es decir 1 NC por proyecto, ver figura 31.

***Figura 31**: Tendencia de las no conformidades después de la implementación.*



Fuente: elaboración propia.

5.1.5. Etapa de corregir

A medida que avanzan los días el proyecto continua su ejecución y ante cualquier situación que surja la prioridad es cumplir con el plazo establecido, en esta etapa nos enfocaremos en desarrollar las diferentes situaciones que se presentan en obra que hacen que el porcentaje de cumplimiento no esté al 100%, serán clasificadas en dos: endógenas y exógenas

Las situaciones endógenas que no permiten el correcto desarrollo del proyecto son aquellas que surgen dentro de la cuadrilla tales como: Que los trabajadores no vengan a obra, el operario no manipule correctamente los equipos, la línea de mando no comuniqué oportunamente la secuencia de actividades u otro factor que surja dentro de la organización.

Las situaciones exógenas son aquellas que surgen externamente a la cuadrilla, en su gran mayoría son los proveedores quienes ocasionan el incumplimiento lo hacen cuando no cumplen con la programación de llegada y salida de materiales a obra y al

tratarse de actividades consecutivas el retraso de cualquiera de ellas va repercutir en las siguientes actividades.

Según lo detallado mostraremos una situación de cada tipo y aplicaremos la técnica de los cinco por qué con la finalidad de poder encontrar la causa raíz de los problemas para que en los siguientes proyectos nos podamos anticipar y así evitar reprocesos o en su defecto cumplir con el lead time y disminuir las no conformidades durante la ejecución del proyecto.

5.1.5.1 Aplicación de la regla de los 5 porqués

Problema 1

Incumplimiento del lead time

1. ¿Por qué no cumplimos con los metros lineales en excavación?

   El avance diario esta determinado por la cantidad de excavadores, si falta uno de ellos repercute en la ejecución planificada por ende la principal causa es la inasistencia.

2. ¿Por qué hay inasistencias durante la ejecución del proyecto?

   Las inasistencias de los trabajadores durante la ejecución del proyecto demuestran una falta de compromiso con el trabajo, no son conscientes del impacto que genera su inasistencia.

3. ¿Por qué los trabajadores no están comprometidos con la ejecución del proyecto?

   Debido a que no cuentan con a información de las consecuencias de no cumplir los plazos establecidos de ejecución, sobre todo las penalidades por parte de interventoría y la municipalidad en caso nos extendiéramos de los plazos fijados por los permisos municipales.

4. ¿Por qué no se informa a los trabajadores de las consecuencias de no cumplir con los plazos de ejecución del proyecto?

La línea de mando no tenía conocimiento que el personal operativo de campo desconocía de las penalidades y consecuencias que trae el no cumplir con los plazos establecidos.

Solución 1

Encontramos la causa raíz de las inasistencias de los trabajadores y pasa por un tema de desconocimiento de los trabajadores de campo de las consecuencias que conlleva el incumplimiento de los plazos para ejecutar el proyecto, con brindarles al inicio de cada proyecto charlas de 5 minutos y explicarles de la importancia que cada uno de nosotros asistamos al trabajo o por lo menos comuniquemos anticipadamente para buscar un reemplazo y poder cumplir con los objetivos y metas planteadas.

Problema 2

Tener no conformidades durante la ejecución del proyecto.

1. ¿Por qué surgen las no conformidades?

Las no conformidades son las consecuencias del incumplimiento de los procedimientos y en su gran mayoría es por parte de los proveedores quienes no cumplen los procedimientos.

2. ¿Por qué los proveedores no cumplen los procedimientos?

En la licitación de los proveedores que apoyaran con el abastecimiento de agregados o maquinarías no cuentan con la logística adecuada o no cumplen con los estándares de calidad que el cliente pide, por ello surgen las observaciones y no conformidades.

3. ¿Por qué trabajamos con proveedores que no cumplen con los estándares que el cliente solicita?

El área de logística es la encargada de contratar a los proveedores y estos no tienen la experiencia necesaria adicional a ello los proveedores no están asumiendo las consecuencias de tener no conformidades en el proyecto.

4. ¿Por qué los proveedores no asumen su responsabilidad con las no conformidades?

No se valida correctamente la experiencia de los proveedores como tampoco la rapidez de respuesta ante el surgimiento de eventualidades que surgen durante la ejecución de actividades ante ello el área de logística no involucra al proveedor en asumir una responsabilidad económica por la aplicación de las no conformidades.

Solución 2

Para ir disminuyendo con las no conformidades de los proveedores tenemos que atacar el problema por dos lados, el primero poder llegar a un acuerdo económico de que el proveedor asuma la penalidad económica de una NC y el segundo lugar la empresa debe estar capacitando y auditando constantemente al personal y los recursos de los proveedores.

5.1.6. Etapa de entregar

Cuando se entrega el proyecto culminado , este tiene que cumplir dos requisitos indispensables el primero es que el área de relaciones comunitarias pueda elaborar un acta de conformidad social con las firmas de los representantes vecinales donde estos últimos certifican que antes, durante y al finalizar la obra se cumplieron los compromisos tales como facilitarles accesos vehicular y peatonal al inicio y final de la jornada dejar el área limpia y regada para disminuir la polución, no afectar áreas verdes o espacios en común y en caso surgiera alguna afectación repararla o en su defecto

dejarlo en iguales o mejores condiciones a las que se encontraron; y el segundo requisito es también levantar un acta de conformidad de obra entre el residente y el interventor de obra, en primera instancia realizan un recorrido por todas las calles donde se instaló la tubería verificando visualmente los siguientes puntos: que no exista presencia de cualquier material acopiado en la calles, hundimientos esto es en caso no se hubiera hecho una correcta compactación o reposición del pavimento , luego verifican la correcta pintura de las calzadas y finalmente evalúan el expediente técnico con las características y propiedades de los materiales que se utilizaron para la ejecución de la obra.

El producto es liberado cuando se tiene la firma de las dos actas en mención, cabe recordar que el ente fiscalizador posee una garantía de 5 años por los trabajos realizados, es decir que si dentro de los 5 años transcurridos existiera algún tipo de hundimiento o desgaste prematuro de las calzadas la empresa contratista tendrá que levantar las observaciones, ver figura 32.

Figura 32: *Reposición Final*



Fuente: elaboración propia

5.3. Prueba de hipótesis

Nos apoyaremos en la prueba de hipótesis T - Student el cual utilizaremos un nivel de confianza del 95% esto es respecto a las medias de los indicadores que se obtuvieron en el pre test y post test y lo formularemos de la siguiente manera: H0: $\mu 1 = \mu 2$ (Evento sin la implementación) H1: $\mu 1 \neq \mu 2$ (Evento con la implementación)

5.3.1. Hipótesis específica I: Lead Time

A los resultados obtenidos primero aplicaremos la prueba Shapiro y Wilk para la normalidad y luego la prueba de t-student.

H0: La variable medida tiene una distribución normal en la población

Hi: La variable medida NO tiene una distribución normal en la población

Considerar que si:

p valor es < que 0.05 entonces rechazamos la H0

p valor es = > que 0.05 entonces No rechazamos la H0, la aceptamos

Utilizando el software obtenemos los siguientes resultados, ver figura 33.

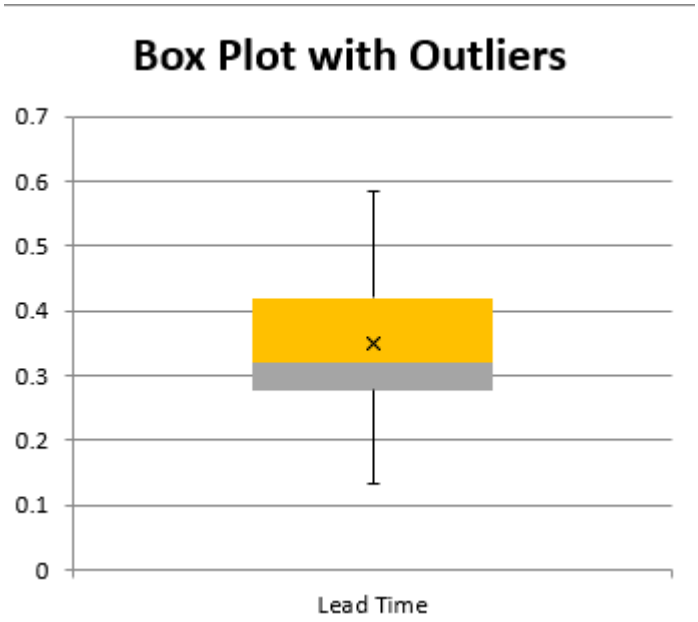
Figura 33*: Resultado de Prueba de Normalidad*

Shapiro-Wilk Test

	Lead Time
W-stat	0.95343313
p-value	0.68758283
alpha	0.05
normal	yes

d'Agostino-Pearson

DA-stat	0.69865195
p-value	0.70516323
alpha	0.05
normal	yes



Fuente: elaboración propia.

El p valor = 0.68758283

0.68758283 = > que 0.05 entonces No rechazamos la H0, la aceptamos (verdadero), entonces aceptamos que H0: La variable medida tiene una distribución normal en la población

Prueba de T-Student

Una vez que validamos la normalidad de la variable pasamos aplicar la prueba de T-Student donde plantearemos las siguientes hipótesis.

H0: $\mu 1 = \mu 2$ (La variación promedio del Lead Time es la misma al inicio como al final)

H1: $\mu 1 \neq \mu 2$ (La variación promedio del Lead Time no es la misma al inicio como al final)

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S^2(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

Figura 34: *Cuadro de Resultados de Excel*

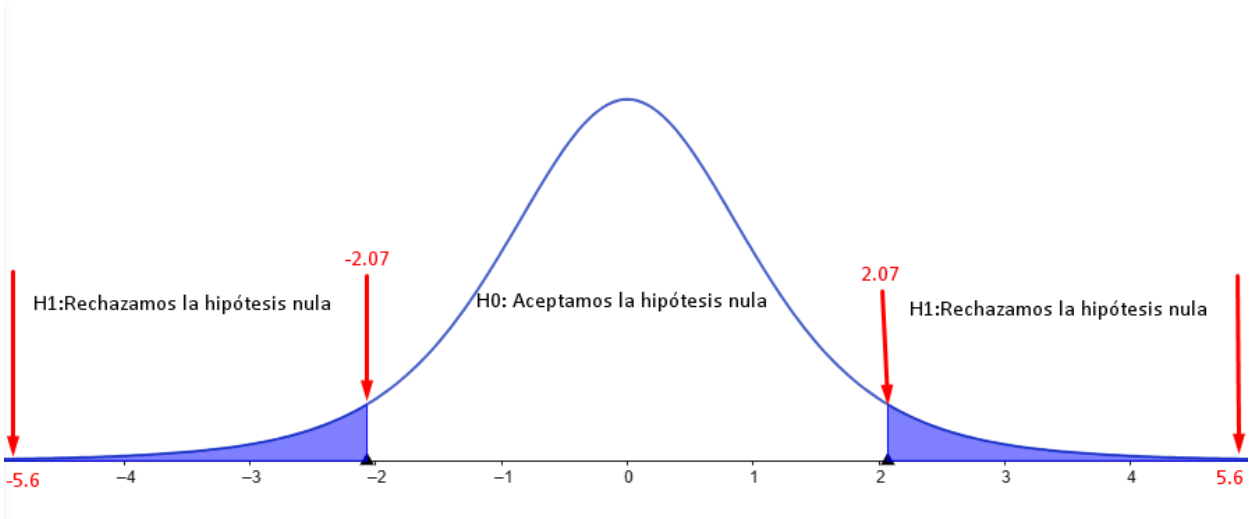
	VAR 1	*VAR 2*
Media	0.34816762	0.13604019
Varianza	0.01451222	0.00270785
Observaciones	12	12
Varianza agrupada	0.00861003	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	5.59976772	
P(T<=t) una cola	6.2483E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.71714437	
P(T<=t) dos colas	1.2497E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07387307	

Fuente: elaboración propia

Interpretación de los resultados

Aplicando la prueba T-Student obtenemos un valor de T=2.07 y el valor t = 5.59 graficando estos valores en la campana de Gauss procedemos a concluir que se encuentra en la región donde se rechazamos la hipótesis nula con ello concluimos que la implementación de un sistema integrado de operaciones que utiliza Lean Construction reduce el Lead Time en un 21.2% en proyectos de instalación de Gas Natural, ver figura 35.

Figura 35*: Representación de los Resultados en la Campana de Gauss*



Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Hipótesis específica II: No conformidad

Al igual que en la prueba anterior vamos a comprobar si las muestras presentan una distribución normal apoyándonos con la prueba de Shapiro y Wilk en Excel

H0: La variable medida tiene una distribución normal en la población

Hi: La variable medida NO tiene una distribución normal en la población

Considerar que si:

p-valor es < que 0.05 entonces rechazamos la H0

p-valor es = > que 0.05 entonces No rechazamos la H0, la aceptamos

Utilizando el software obtenemos los siguientes resultados, ver figura 36.

Figura 36*: Prueba Shapiro-Wilk*

Shapiro-Wilk Test

	20.5	*10.5*
W-stat	0.87932634	0.92075848
p-valor	0.10201563	0.32500806
alpha	0.05	0.05
normal	yes	yes

d'Agostino-Pearson

DA-stat	1.7991812	1.8374509
p-valor	0.40673614	0.3990273
alpha	0.05	0.05
normal	yes	yes

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de p-valor = 0.1020 y p-valor = 0.4067 ambos mayores que 0.05 entonces No rechazamos la H0, la aceptamos (verdadero), por ende la variable medida tiene una distribución normal en la población.

Prueba de T-Student

Una vez que validamos la normalidad de la variable pasamos aplicar la prueba de T-Student donde plantearemos las siguientes hipótesis.

H0: $\mu 1 = \mu 2$ (La variación promedio de las no conformidades es la misma al inicio como al final)

H1: $\mu 1 \neq \mu 2$ (La variación promedio de las no conformidades no es la misma al inicio como al final)

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S^2(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

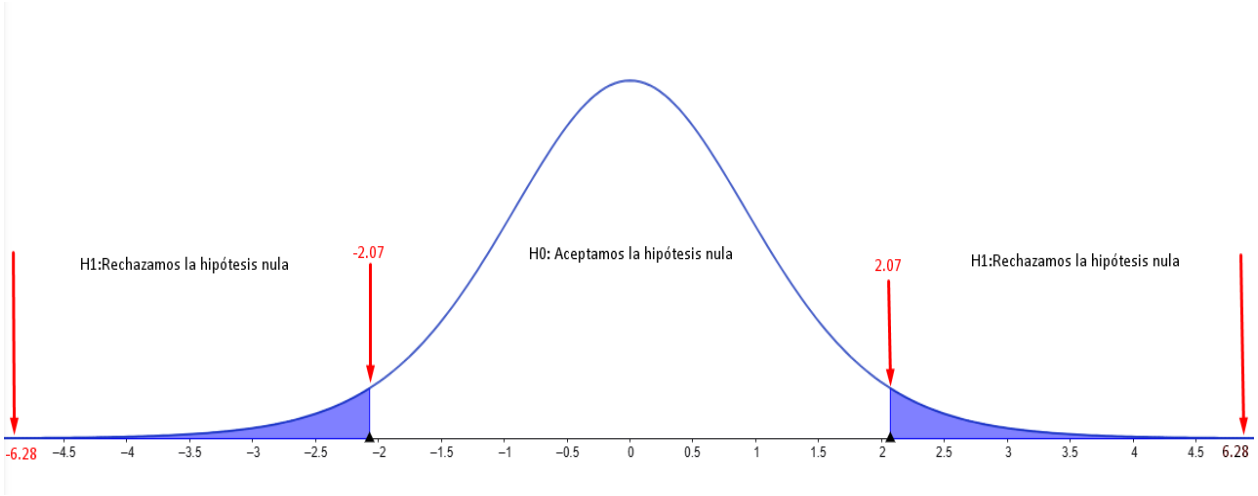
Figura 37*: Resultados de la Hipótesis II*

	Antes	*Despues*
Media	17	5.91666667
Varianza	31.36363636	5.9469697
Observaciones	12	12
Varianza agrupada	18.65530303	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	6.285572877	
P(T<=t) una cola	1.25796E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.717144374	
P(T<=t) dos colas	2.51591E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.073873068	

Fuente: elaboración propia

Al someter al software estadístico la muestra de las no conformidades evidenciamos en la campana de Gauss que presenta el mismo comportamiento que la variable anterior es decir damos por corroborada la hipótesis que sostiene que implementar un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction disminuye en un 65% la cantidad de no conformidades en proyectos de instalación de Gas Natural, ver figura 38.

Figura 38*: Campana de Gauss para la Hipótesis II*



Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

Los proyectos de construcción civil enfocados en la instalación de Gas Natural se vienen desarrollando hace mas de 10 años por todo el Perú en ese lapso de tiempo surgieron diferentes empresas contratistas ejecutoras, con el pasar de los años el objetivo no ha cambiado pero las formas y métodos se están actualizando y utilizar herramientas ligadas al pensamiento Lean hace que optimicen sus resultados. Los resultados se cuantifican a través de los indicadores y estas miden a las variables : Lead time y las no conformidades que durante la ejecución del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados, en lo que respecta al Lead Time hay una disminución del 21% , esto implica que se entregan los proyectos con aproximadamente 3 días de anticipación a lo planificado inicialmente y en lo que respecta a las no conformidades tenemos que en promedio hay una disminución del 65% de estas penalidades, esto obedece que retroalimentándonos continuamente de la información en obra, teniendo mapeado los posibles escenarios alternativos que se pueden presentar y sobre todo mejorando la

capacidad de respuesta del equipo operativo como el de línea de mando podemos evitar las no conformidades en temas de calidad, seguridad y social.

Villa (2025) mejora la eficiencia del 38.5% al 56% en una planta de sanitario aplicando la metodología de 5S en dos grupos independientes uno en el 2023 y el otro en el 2024 similar a esta investigación dado que el primer grupo de proyectos fue en el 2022 y segundo grupo de fue en 2023 en ambas investigaciones se muestran mejoras significativas una en su eficiencia y la otra en su Lead Time.

Oblitas y Villar (2021) cuando mejoran la productividad en edificios multifamiliares en San Isidro utilizando Lean construction lo hacen mediante el aumento del trabajo productivo que fue de 63.5% y el trabajo no productivo disminuyo al 15% , cuando empezamos la implementación lo primero que hicimos fue diagnosticar los principales cuellos de botella dentro de ello ubicamos que el área de logística presentaba un 66.7% de trabajo no productivo en comparación al 33.3% del trabajo productivo con esto podemos validar que la carta balance, herramienta del Lean construction, nos ayuda a cuantificar la distribución de los tipos de trabajo en una organización.

Pacheco(2021) cuando implementa un sistema integrado de gestión encargada de dar servicio de mantenimiento desarrolla su investigación con tres aristas calidad, seguridad y medioambiental nada lejano en esta investigación donde la variable de no conformidades están ligadas estrechamente a las tres arista en mención; como resultados Pacheco obtuvo estandarizaciones de calidad al 50%, disminuyo el riesgo de accidentes en 86.17% y redujo el impacto ambiental en un 94.68% y nosotros en conjunto reducimos en un 65% las no conformidades , que no es mas que una mejora en

la calidad de operaciones también implica reducir los actos y condiciones inseguras y finalmente disminuye el impacto negativo medioambiental y social.

Rivera (2024) implementa un sistema de control interno en el sector salud donde recomienda a los gerentes y dueños poner énfasis en la eficiencia operativa mediante nuevas tecnologías . Utilizar Lean construction en la secuencia operativa diaria en obra no es mas que utilizar nuevas herramientas en la construcción civil que operativamente son eficientes porque reducir 3 días un proyecto implica evitar reprocesos , disminuye los tiempos muertos y aumenta la tiempos productivos todo ello con los mismos recursos asignados al inicio.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La implementación de un sistema integrado de operaciones mejora el control de los proyectos en instalaciones de Gas Natural, logrando reducir en promedio 3 días el Lead time y disminuir en 9 no conformidades en promedio por cada obra entregada.

De implementarse un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction disminuye en un 21.2% el Lead Time, logrando ejecutar los proyectos en menor tiempo.

De implementarse un sistema integrado de operaciones utilizando Lean Construction disminuye en un 65% las no conformidades, logrando ejecutar los proyectos con mayores estándares de medioambientales, seguridad y calidad.

En promedio los proyectos están planificados que se ejecuten en 15 y presentaban 17 no conformidades, con la implementación llegamos a terminarlos en promedio en 12 día y con 6 no conformidades por proyecto ejecutado.

7.2. Recomendaciones

1. Crear un "Manual del Sistema Integrado de Operaciones (SIO) – Lean": Documente paso a paso los procedimientos, formatos, flujos de trabajo y responsabilidades que permitieron lograr las reducciones del 21.2% en Lead Time y del 65% en no conformidades.

2. Establecer una línea base oficial: Tome como referencia los nuevos promedios (12 días y 6 no conformidades) como el nuevo estándar mínimo para toda nueva obra, no como un logro excepcional.
3. Una disminución del 60% en las no conformidades (de 17 a 6 por proyecto), gracias a la aplicación de herramientas como la regla de los 5 porqués, mejorando sustancialmente la calidad, seguridad y cumplimiento normativo.
4. Implementar un tablero de control en tiempo real que mida diariamente el Lead Time acumulado y el número de no conformidades por obra, comparando contra los nuevos promedios (12 días / 6 NC). Esto permitirá detectar desvíos tempranos.
5. Preparar un plan de contingencia para cuando el sistema se vea presionado por aumentos de carga de trabajo, asegurando que no se abandonen las prácticas Lean por urgencia operativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, M. (2021). *Rediseño del proceso de aceleración de proyectos de openbeauchef*. Universidad de Chile.

Antolín, N., de León, U., Aranda, A., Rata, M., & Duarte, R. (1998). *LA EVOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN DE OPERACIONES: UN ANÁLISIS A PARTIR DE LOS ENFOQUES Y CONTENIDOS DE SUS MANUALES*.

Ávila, H. (2006). *Introducción a la metodología de investigación*.

Cantú, A., Moreno, J., Gallina, M., & García, G. (2009). *PRODUCTIVIDAD REAL EN OBRAS CIVILES. ANÁLISIS DE UN CASO*.

Castaño, B. (2006). *Programación y Control de proyectos de construcción utilizando Microsoft Projetc*. Universidad La Salle.

Coral, L. (2023). *Implementación de un sistema Integrado de Gestión en una Empresa de Ingeniería y Construcción*. Pontificia Universidad Catolica del Perú.

Cubas, A., & Margarita, L. (2018). *"Lead time" y su influencia en el nivel de servicio de las empresas de servicio de entrega rápida para las importaciones de Estados Unidos*.

Czischke Bertín, J. (2006). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ETAPA I Y II, EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA EN PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CALIDAD*.

Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

Inesdi Business School. (2024). *Think Digital Report 2024* (4.ª ed.).

Jarrín, W. (2017). *Gestión y Control de Proyectos con enfoque cuantitativo y basado en la metodología PMBOK*.

King, H.-Y. (2019). *Statistical notes for clinical researchers: The independent samples t-test*. https://doi.org/https://doi.org/10.5395/rde.2019.44.e26

Mallma, K. (2024). *Propuesta de implementación de metodología PHVA para aumentar la productividad en una empresa de servicios de instalación de redes de gas natural*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Marhani, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). Lean Construction: Towards Enhancing Sustainable Construction in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *68*, 87-98. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.209

Martínez, D. (2022). *Implementación del sistemaintegrado de gestión de bibliotecas Koha en la biblioteca del tecnológico de estudios superiores de Jocotitlán, Estado de México*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

Martinez, E. (2022). *El Control Interno en los Proyectos de Inversión Pública de la Municipalidad Provincial de Satipo, 2021*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Montejano, S., Citlalli, G., Pérez, M., & Campos, R. (2021). Administración de operaciones y su impacto en el desempeño de las empresas. *Revista de Ciencias Sociales*. https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35301

Montes, A. (2024). *Propuesta de un modelo para la integración de los sistemas de gestión ISO 9001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 14001:2015 para la implementación de un sistema integrado de gestión en una empresa de servicio Courier*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Monteza, A. (2021). *El control de proyectos y su incidencia en la eficiencia de los proyectos en TI*. Escuela de Postgrado Neumann.

Oblitas, J., & Villar, E. (2021). *IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA ETAPA DE ACABADOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO – DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA*. UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES.

Ortiz, S. S., & Cáceres, C. F. C. (2010). *DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN DE NO CONFORMIDADES CRÍTICAS PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE EDIFICACIONES*.

Project Management Institute. (2013).

Ríos Ramos, F. (2014). La Dirección de Operaciones de Servicios (DOS). *Industrial Data*, *9*(2), 084. https://doi.org/10.15381/idata.v9i2.5891

Rivera, M. (2022). *Implementación del Sistema de Control Interno en la Gestión Administrativa de las Empresas de Laboratorios del Sector Salud, Lince Lima, 2022* [Universidad Ricardo Palma]. https://hdl.handle.net/20.500.14138/8115

Roca, A. (2002). *Control de procesos*. Universidad de Cataluña.

Rojas López, M. D., Henao Grajales, M., Universidad Nacional de Colombia, Valencia Corrales, M. E., & Fundación Universitaria Luis Amigó. (2017). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, *16*(30), 115-128. https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6

Sierra, M. (2022). *Revisión bibliográfica sobre la aplicación de la metodología Lean Construction en proyectos de construcción en Colombia*. Universisdad de los Andes.

Solis, M. (2024). *Rediseño del proceso de elaboración y control de los proyectos de inversión en exploraciones de Codelco*. Universidad de Chile.

Tejero, J. J. A. (2007). *Logística integral: La gestión operativa de la empresa*. ESIC Editorial.

Womack, J., & Daniel, J. (2012). *Lean Thinking*.

Zarcovich. (2005). *Metodología de la investigación*. Mc Graw-Hill.

Zúñiga, R. (2005). *Operations: Concept, system, strategy and simulation*.

ANEXOS

Anexo 1. *Cuadro Resumen de los 12 Proyectos Pre Test*

INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: PRE TEST

# Proyecto	Nombre	Distrito	LEAD TIME (LT) hr			NO CONFORMIDADES (NC)						Total
			Planificado	Ejecutado	Variación	Calidad	Peso	Seguridad	Peso	Medioambiental	Peso	
1	Sector 100-Malla 008	Surquillo	8.5	12	41%	3	4	1	3.5	2	2.5	20.5
2	Sector 1900-Malla 001	La victoria	11	14	27%	0	4	3	3.5	1	2.5	13
3	Sector 200-Malla 002	Rimac	6	9.5	58%	2	4	3	3.5	2	2.5	23.5
4	Sector 300-Malla 001	Santiago de Surco	10	15	50%	2	4	1	3.5	1	2.5	14
5	Sector 100-Malla 003	Santiago de Surco	12	16	33%	3	4	2	3.5	2	2.5	24
6	Sector 100-Malla 006	Miraflores	7	9	29%	1	4	3	3.5	0	2.5	14.5
7	Sector 600-Malla 010	Surquillo	11	14	27%	2	4	1	3.5	2	2.5	16.5
8	Sector 1200-Malla 02	Miraflores	9	13	44%	3	4	3	3.5	2	2.5	27.5
9	Sector 200-Malla 001	Rimac	13	17	31%	2	4	0	3.5	3	2.5	15.5
10	Sector 400-Malla 003	Rimac	7.5	8.5	13%	1	4	1	3.5	1	2.5	10
11	Sector 400-Malla 001	Jesús María	12.5	16	28%	2	4	0	3.5	1	2.5	10.5
12	Sector 1900-Malla 003	La victoria	8.5	11.5	35%	1	4	3	3.5	0	2.5	14.5

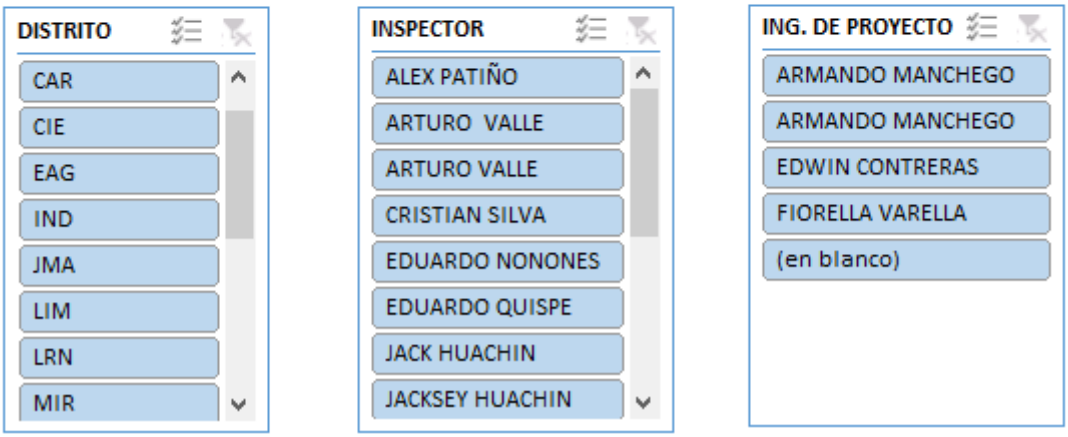
Anexo 2.*Cuadro Resumen de los 12 Proyectos Post Test*

INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: POST TEST

# Proyecto	Nombre	Distrito	LEAD TIME			NO CONFORMIDADES (NC)						Total
			Planificado	Ejecutado	Variación	Calidad	Peso	Seguridad	Peso	Medioambiental	Peso	
1	Sector 800-Malla 000	La Molina	13	15	0.15385	1	4	1	3.5	2	1.5	10.5
2	Sector 1600-Malla 001	Cercado de Lima	7	8	0.14286	0	4	2	3.5	0	1.5	7
3	Sector 1400-Malla 013	Miraflores	12	14	0.16667	1	4	1	3.5	1	1.5	9
4	Sector 1400-Malla 001	San Borja	9	11	0.22222	1	4	1	3.5	0	1.5	7.5
5	Sector 1200-Malla 001	Cercado de Lima	12	14	0.16667	1	4	0	3.5	0	1.5	4
6	Sector 700-Malla 011	Miraflores	6.5	7	0.07692	0	4	1	3.5	0	1.5	3.5
7	Sector 200-Malla 009	San Isidro	15	16	0.06667	1	4	0	3.5	1	1.5	5.5
8	Sector 1800-Malla 005	Miraflores	8	9	0.125	0	4	1	3.5	0	1.5	3.5
9	Sector 900-Malla 007	Surquillo	11.5	14	0.21739	0	4	1	3.5	1	1.5	5
10	Sector 100-Malla 015	Jesús María	11	12	0.09091	0	4	0	3.5	2	1.5	3
11	Sector 500-Malla 000	Rimac	12.5	14	0.12	2	4	0	3.5	0	1.5	8
12	Sector 1100-Malla 002	Santiago de Surco	12	13	0.08333	0	4	0	3.5	3	1.5	4.5

Anexo 3. *Cuadro Resumen de los Proyectos 2022*

TUBERIA						
	Suma de METRADO		Ratio 1		Total Suma de METRADO	Total Ratio 1
Tipo Proyecto	EXTENSIONES	MALLA	EXTENSIONES	MALLA		
32	2553.45	46342.3	2.65%	48.07%	48895.79	50.72%
63	3169.8	29755.8	3.29%	30.86%	32925.61	34.15%
90	2		0.00%	0.00%	2	0.00%
110	631.7	4753.85	0.66%	4.93%	5385.55	5.59%
160	990	1157.31	1.03%	1.20%	2147.31	2.23%
200	1891.25	4781.45	1.96%	4.96%	6672.7	6.92%
-	378.5		0.39%	0.00%	378.5	0.39%
200	0		0.00%	0.00%	0	0.00%
Total general	**9616.7**	**86790.8**	**9.98%**	**90.02%**	**96407.46**	**100.00%**



Anexo 4. *Proyectos Distribuidos por Cuadrillas en el 2022*

Suma de METRADO TUBERIA									
Tipo Proyecto	32	63	##	110	160	200	-	200	Total general
ALFA CO-EXT	2079.25	3202.3		607.7	990	1867.2	379		9124.9
ALFA CO-MALLA	7463.56	5082.16		382.25	1137.5				14065.43
ALFACO-EXT	474.2	8	2	24		24.1			532.3
CIESAC	11105.4	4448.5		336.3					15890.2
CIESSAC	4051.1	1485.1							5536.2
INNOVA	1958.5	4702.6							6661.1
MONTESA	7235.7	3146.4		2864.8		3687.4			16934.3
N&A	11431.88	7530.75			19.85	1094.1			20076.53
N&T	3096.2	3319.8		1170.5					7586.5
(en blanco)								0	0
Total general	**48895.79**	**32925.6**	**2**	**5385.6**	**2147.3**	**6672.7**	**379**	**0**	**96407.46**

Anexo 5. *Proyectos Distribuidos por Metradores.*

Suma de METRADO	TUBERIA								
Tipo Proyecto	32	63	##	110	160	200	-	200	Total general
AMILKAR		72.9							72.9
BRAYAN ROJAS	3.4	46.5							49.9
CARLOS PACHECO	266.4	1013.1	2	114	552	531.8	78.5		2557.8
CHRISTOFER	12368.7	6924				670			19962.7
CRISTIAN	1101.4	740				259.2			2100.55
DENIS TOLEDO	7513.4	3054.5		110	859.7				11537.6
EDWARD ANTICONA	3016.2	1562.3		392		2639			7609.9
HERMAN DIAZ	1563.16	1081.21							2644.37
IBAN MUÑOZ		625.1		427	397	769	300		2518.1
KEVIN PORRAS	7194	2402.1			19.85				9615.95
MARIA CASAS		1885.9		90.7	41	579.1	0	0	2596.7
SAÚL MORENO	4980.8	8088.5		1349		11.35			14429.65
KEVIN PORRAS PORRAS	6149.6	3497.9		360.7					10008.2
HERMAN DIAZ DIAZ	922.13	750.2		69.35	277.76	20			2039.44
EDWARD ANTICONA ANTICONA	3816.6	1181.4		2472.8		1193			8663.7
Total general	**48895.79**	**32925.6**	**2**	**5385.6**	**2147.3**	**6673**	**379**	**0**	**96407.46**