

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA FILOSOFÍA LEAN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE LA EMPRESA ARCOS EIRL”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Bachiller: García Silva Alisson Gulnara

Asesor:

Ing. Miguel Enrique Alcala Adrianzen

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

### *A nuestro Padre Y Madre Celestial:*

*Este trabajo está dedicado a nuestros Padres celestiales por otorgarnos la vida y la oportunidad de realizar mis metas y sueños, por darnos fuerza para levantarnos cada día , pese que existen muchas derrotas pero ustedes nos dan cada día fuerzas para brillar como el sol que cada día se levanta y muestra su mejor luz, por darnos el aliento del alma , por darnos una razón por el cual levantarse y luchar , por ser los que nos guían pese a su sufrimiento, como dicen “Eliseo siguió a Elías , José siguió a Moisés , Pedro siguió a Jesús , yo sigo y seguiré siempre a nuestra madre Jerusalén” .*

### *A mis padres, hermanos y familia:*

*A mis padres, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera.*

## AGRADECIMIENTO

*A nuestros Padre Celestial y Madre Celestial, porque cada momento de nuestra vida nos da muchas fuerzas para convertirnos en piedras preciosas, porque cada día su amor es demostrado en pequeñas cosas de esta vida terrenal, por ser nuestro guía, por haberme dado sabiduría y fuerza guiándome en el trayecto de mi vida.*

*A mis padres ,hermanas, y familia por su paciencia y apoyo, por ayudarme en las diferentes etapas por las cuales he pasado, agradecerles y que tengan siempre en cuenta cuanto los quiero.*

*Al Ing. Miguel Enrique Alcala Adianzen, por haberme asesorado y brindado todo el apoyo necesario para la elaboración del presente trabajo de investigación.*

*Al representantes de la empresa y familia, por permitirme realizar el presente trabajo de investigación dentro de la misma y darme las facilidades requeridas.*

*A mis amigos Leydi, Katia, Rosana , Xiomara, Carlos, Juleisi ,Lili , Roxana muchas gracias por su apoyo incondicional .*

*Y finalmente a mi amigo Josep H. Aguilar Castro donde sea que estes, te agradezco por cada momento en que me aconsejaste, me distes tu apoyo incondicional, me enseñaste ,por cada regaños que me diste por cometer siempre las mismo errores y porque a cada uno de ellos me sirvió para recapacitar y por su paciencias, por tener un corazón de Oro que vale mucho que no tiene comparación , pido a Dios Padre Y Dios Madre te tenga en su gloria mejor amigo y hermano.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.3.1. Filosofía Lean.....	18
1.3.1.1. Origen e Historia. ....	18
1.3.2. Definición. ....	19
1.3.3. Herramientas Lean. ....	20
1.3.4.2. Mapas de cadena de valor. ....	21
1.3.4.3. Programa de 5S`s.....	22
1.3.4. Lean Construction. ....	24
1.3.4.1. Principios del Lean Construction. ....	25
1.3.4.2. Herramientas de Lean Construction.....	27
1.3.4.3. Descripción de la cadena productiva en la construcción.....	28
1.3.4.4. Pérdidas en el Proceso Constructivo. ....	29
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO V. REFERENCIAS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO VI.....</b>	<b>116</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Aplicación de las herramientas Lean en proyectos de construcción.....</i>	24
Tabla 2. <i>Descripción de los desperdicios según su origen.....</i>	32
Tabla 3. <i>Perdidas según la fase del proceso constructivo.....</i>	33
Tabla 4. <i>Mejoramiento de la Productividad en la construcción.....</i>	35
Tabla 5. <i>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....</i>	37
Tabla 6. <i>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....</i>	37
Tabla 7. <i>Procedimiento de investigación.....</i>	38
Tabla 8. <i>Operalización de variable.....</i>	41
Tabla 9. <i>Información del sector de la empresa.....</i>	42
Tabla 10. <i>Referencias Generales de la empresa.....</i>	42
Tabla 11. <i>Principales competidores.....</i>	43
Tabla 12. <i>Principales Proveedores.....</i>	44
Tabla 13. <i>Matriz de Priorización.....</i>	56
Tabla 14. <i>Costos Monetaria por Falta de capacitación.....</i>	63
Tabla 15. <i>Costos Monetaria por Capacitación del Personal.....</i>	64
Tabla 16. <i>Beneficio de la capacitación.....</i>	65
Tabla 17. <i>Indicador de aumento de productividad en el área de gestión de proyecto</i>	66
Tabla 18. <i>Costos Monetaria por Falta de proceso estandarizado.....</i>	67
Tabla 19. <i>Costos Monetaria por Falta de Mantenimiento.....</i>	69
Tabla 20. <i>Historial de fallas de las máquinas y equipos.....</i>	70

Tabla 21. <i>Resultados del Análisis de criticidad</i> .....	71
Tabla 22. <i>Datos de Tasa de Calidad</i> .....	72
Tabla 23. <i>Datos de Rendimiento en Área</i> .....	73
Tabla 24. <i>Costos Monetaria por Plan de Mantenimiento</i> .....	79
Tabla 25. <i>Beneficio de la implementación de mantenimiento</i> .....	81
Tabla 26. <i>Costos Monetaria por Falta de gestión de inventarios</i> .....	83
Tabla 27. <i>Costos Monetaria por perdida de materiales</i> .....	85
Tabla 28. <i>Costos Monetaria por Demora de materiales</i> .....	88
Tabla 29. <i>Costo por transporte de maquinaria</i> .....	89
Tabla 30. <i>Costo por Falta de planificación</i> .....	92
Tabla 31. <i>Indicadores de cumplimiento y avance del sistema de planificación</i> .....	100
Tabla 32. <i>Costos indirectos</i> .....	102
Tabla 33. <i>Costos por Mano de obra</i> .....	102
Tabla 34. <i>Gastos de implementación</i> .....	103
Tabla 35. <i>Flujo de Inversión</i> .....	104
Tabla 36. <i>Costos proyectados</i> .....	105
Tabla 37. <i>Costos que podrían mitigarse</i> .....	105
Tabla 38. <i>Flujo de caja neto</i> .....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de la casa Lean. Alcántara, (2013).....	22
<i>Figura 2.</i> Modelo de Procesos en Lean Construction. Adaptado de Koskela, (1992).....	26
<i>Figura 3.</i> Diagrama de Proceso de construcción. Adaptado de Peña et al., (2002).....	30
<i>Figura 4.</i> Ciclo de mejora continua. (Eduardo & Rodríguez, 2017).....	34
<i>Figura 5.</i> Estructura Orgánica.....	47
<i>Figura 6.</i> Flujograma del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	50
<i>Figura 7.</i> Diagrama de Operaciones del proceso del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	51
<i>Figura 8.</i> Diagrama de Análisis de proceso de Planeación y preparación del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	52
<i>Figura 9.</i> Diagrama de Análisis de proceso de diseño e ingeniería básica del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	53
<i>Figura 10.</i> Diagrama de Análisis de proceso de Aprobación y permiso del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	54
<i>Figura 11.</i> Diagrama de Análisis de proceso de ejecución de obras del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	55
<i>Figura 12.</i> Diagrama de Análisis de proceso de cierre de obra área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.....	56

<i>Figura 13.</i> Diagrama de Ishikawa del área de gestión de proyectos de la empresa E.I.R.L.....	57 Arcos
<i>Figura 14.</i> Matriz de priorización.....	61
<i>Figura 15.</i> Valuen stream Mapping del área de gestión de proyectos.....	65
<i>Figura 16.</i> Matriz de frecuencia por consecuencia.....	74
<i>Figura 17.</i> Formula de disponibilidad de maquinarias y equipo.....	75
<i>Figura 18.</i> Formula de rendimiento de maquinarias y equipos.....	77
<i>Figura 19.</i> Propuesta de Implementación de Mantenimiento en el área de la empresa Arcos EIRL.....	80
<i>Figura 20.</i> Perdidas de Materiales.....	90
<i>Figura 21.</i> Perdidas por obras por el transporte materiales.....	92
<i>Figura 19.</i> Perdida por obra por transporte de maquinaria.....	93
<i>Figura 20.</i> Perdida por Falta de planificación.....	95
<i>Figura 21.</i> Sistema de planificación Lean. Adaptación (Alarcón, 2012).....	98
<i>Figura 22.</i> Sistema de planificación Lean. Adaptación (Alarcón, 2012).....	100
<i>Figura 23.</i> Diagrama modelo de planificación propuesto basado en la planificación lean. Modificado a partir de (Cruz-Machado & Rosa, 2007).....	102
<i>Figura 23.</i> Diagrama modelo de planificación propuesto basado en la planificación lean. Modificado a partir de (Cruz-Machado & Rosa, 2007).....	103

## TABLAS DE ANEXOS

Anexo 01: Identificación de pérdidas más frecuentes según su percepción. 117 (Ribón, 2011).....	117
Anexo 02: Encuestas sobre perdidas en los procesos de construcción.....	118
Anexo 03. Formatos de entrevista.....	119
Anexo 04: Formato para gestión de los proyectos.....	121
Anexos 05: Plan de capacitación de personal.....	122
Anexo 06. Eficiencia de capacitación.....	124
Anexos 07: Plan de Mantenimiento.....	125
Anexo 08 . Ficha para recolección de datos históricos de máquinas y equipos.....	127
Anexo 09 . Ficha registro y control de plan de mantenimiento de máquinas y equipos.....	128
Anexo 10: Registro de control de inventarios .....	129
Anexo 11. Registro de inventario de equipos.....	130
Anexo 12.Manual de las metodología Japonesa “9S”.....	131
Anexo 13. Implementación de sistema de planificación lean.....	137
Anexo 14 . Acuerdo o compromiso.....	140
Anexo 15. Mapa de flujo de valor (vsm) propuesto para sistema de planificación.	143

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal, el determinar el impacto del diseñar de un sistema de gestión basado en la filosofía LEAN en la productividad del área de gestión de proyectos, por ello y teniendo en cuenta que el sector de la construcción posee mayor demanda y según informa, CAPECO (2020), y el instituto de economía y desarrollo empresarial (IEDEO 2020) y de la cámara de comercio de lima (CCL 2020) , nos indica que esta industria tendrá un crecimiento de 4.3% de la inversión privada y de 5.1% para la inversión pública de manera que este es un sector muy importante que contribuye al crecimiento del PBI de nuestro país. Por ello las empresas actualmente se ven en la necesidad de implementar metodologías que ayuden a realizar sus procesos de manera eficientes y más productivas, por ello la empresa estudiada, prevé la necesidad de realizar implementación de nuevas políticas, metodologías para la mejora continua y estar siempre a la vanguardia de estas tendencias. En esta investigación se describe la realización de un diseño de un sistema de gestión basado en la filosofía lean, donde las principales herramientas la capacitación del personal, la implementación de un plan de mantenimiento y finalmente un plan de ser planificación para la mejora continua que interactúa con la filosofía Lean y la aplicación de distintas herramientas para incrementar la productividad actual. Se concluye que, implementadas las mejoras descritas en la presente investigación, la Productividad Global se incrementó en 95%, la productividad costo mano de obra directa mejora en un 97%, y finalmente se realizó la evolución económica utilizando los indicadores de rentabilidad que son el VAN, TIR, B/C; los cuales tenemos un VAN mayor a cero, un TIR DE 85% y por cada sol invertido tiene 1.67 de rentabilidad respectivamente.

**Palabras clave:** Separar las palabras clave con (Filosofía LEAN)

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La industria de la construcción, actualmente es una de las actividades que se prevé el aumento en su producción durante los próximos años, según (Euroconstruct, 2019), nos dice, el sector de la construcción seguirá creciendo tanto en Europa como en España a un 4.5 %. Por otro lado, según ((FIIC), 2018), en América Latina y el Caribe, el desempeño de la industria de la construcción se incrementó considerablemente en el año 2018 según datos registrados por la federación interamericana de la industria de la construcción, siendo estos: Argentina (9.7 %), Bolivia (3 %), Brasil (4.5 %), Chile (6,5 %), Colombia (6.8 %), Costa Rica (4.7 %), Ecuador (11 %), Salvador (4.5 %), Guatemala (3.3 %), Honduras (5.8 %), México (7.5 %), Panamá (18.9), etc.; de esta manera, según (Andrade, 2018), nos dice, con base en los datos de la federación internacional de la industria de la construcción, el segmento de la construcción representa 6.5 % del PBI mundial. Sin embargo, para nuestro país, este tipo de industria se ha tomado bastante competitivo debido al incremento de la demanda interna de dicho sector, las exigencias de los mercados emergentes, así también esta industria de la construcción es una de las principales actividades económicas de nuestro país ayudando al crecimiento de nuestro PBI, según datos estadísticos nos dice que durante el 2018 creció en 5,77 % y en lo corrido del 2019 es el sector con mayor crecimiento económico, alcanzando un 6,7 % según las cifras reveladas por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) (América Economía, 2019; SemanaEcomonia.com, 2019). Junto a su elevado crecimiento económico señalado por diversas entidades como INEI, CAPECO, IEDEP, FIIC, en estos últimos años, se

pudo identificar que este tipo de actividad se caracteriza por sus elevados costos de producción, tanto en mano de obra como en materiales, igualmente es uno de los sectores que se identifica por su elevada producción de desperdicios antes y durante la obra, ya sea de materiales, tiempo, mano de obra, transporte de materiales, almacenamiento, desperfectos de la producción, sobreproducción, entre diversos factores (Peña et al., 2002). Por lo tanto, este tipo de contratiempos ocasiona pérdidas en los costos, también en los tiempos de entrega y calidad del producto final. Sin embargo, una forma de reducir las pérdidas o desperdicios en una construcción es la aplicación de la filosofía Lean en los procesos de gestión de una obra. Los conceptos Lean pueden ser adaptados en procesos productivos en la industria de la construcción civil y es lo que hoy se conoce como Lean Construction. Básicamente el uso de estas herramientas ayuda a identificar problemas en alguna etapa del proceso productivo, buscando eliminar desperdicios y mejorar continuamente sus procesos. De esta manera, es que surge la necesidad de aplicar distintos conceptos y herramientas de ingeniería para poder optimizar dichos procesos aplicando la filosofía lean que nos permitirá perfeccionar tanto los procesos productivos como la reducción de desperdicios generados por este tipo de empresas. Según (Idolpe, 2013), nos dice que la filosofía Lean se define como la forma de mejora y optimización de un sistema de producción concentrándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Por otro lado, en la ciudad de Pacasmayo- Trujillo, la empresa Arcos Constructora E.I.R.L es una empresa que está. fue fundada en el año 2010 en la ciudad de Pacasmayo, departamento de la libertad, es una empresa con 9 años de experiencia en el sector de la construcción dedicada a diseñar, construir, restaurar y a dar consultorías de edificaciones y obras de construcción civil, al

público en general. Arcos E.I.R.L. , realizando diferentes proyecto a nivel departamental, y nacional, también busca aún más el posicionamiento en los mercado emergente, teniendo un concepto de innovación, creatividad, brindando productos de calidad. Por otro lado, según el análisis hecho se determinó las perdidas muchas veces se debe a la falta de capacitación de su personal, falta de mantenimiento, falta de estandarización, perdida de materiales, falta de gestión de inventarios, falta de planificación y demora de materiales. Por lo tanto, el propósito de este proyecto de tesis es la posibilidad de proponer mejorías en el proceso de gestión de los proyectos de obra de la Constructora aplicando los conceptos Lean para aumentar la productividad utilizando como herramientas capacitación del personal, e incentivando a la aplicación e implementación de metodologías como 9´s esta herramienta se aplicara en la organización de las áreas de trabajo y controlar la disponibilidad de materiales, herramientas y equipos de trabajo, También utilizaremos fichas esta permitirá organizar las tareas y actividades a ser desarrolladas por los diferentes de tipos de trabajo en la gestión de inventario, esta herramienta permitirá a controlar la logística y la disminución de tiempos de recepción y despacho de materiales de bodega, etc, y finalmente proponemos la implementación en del ciclo de Deming.

## **1.2.Antecedentes**

### **1.2.1. Internacionales**

- Según Domingo Gonzáles (2013), España-Valladolid , en su Investigación de maestría llamada “ Aplicación de herramientas lean en la gestión de proyectos de edificación de la Universidad de Valladolid”. En esta tesis se propone combinar las prácticas tradicionales de gestión de proyectos con la implementación de herramientas de la metodología Lean en la planificación,

organización y gestión logística en la producción de las obras de edificación en España. Para ello se ha realizado un análisis y una propuesta individual de aplicación para cada una de las herramientas Lean. Las herramientas que demostraron ser más efectivas en los procesos dinámicos de construcción han sido diseño de mapa de valor de los procesos y el Just In Time. Los principales desperdicios encontrados en los procesos evaluados fueron la demora en los plazos de ejecución, los residuos de materiales y las continuas reparaciones de fallas. A partir del estudio de la aplicación de las herramientas Lean se cuantificó el ahorro alcanzando al disminuir el nivel desperdicios encontrados y esos valores fueron comparados con estudios realizados en otros países donde el nivel de desperdicios representa hasta un 30% sobre el valor total de la obra.

- Faria, (2016). Reducción de desperdicios utilizando los conceptos Lean en una constructora de pequeño porte de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná. En este trabajo el autor analizó los conceptos de la metodología Lean aplicados a la industria de la construcción civil y propuso mejoras en obras en pequeñas constructoras, buscando disminuir los desperdicios generados durante el proceso de construcción. Para llevar a cabo este estudio se realizó un diagnóstico inicial a través del levantamiento detallado de datos en una obra predial realizada por una constructora de pequeño porte en la ciudad de Campinas en Brasil. Entre las mejoras propuestas para disminuir los desperdicios fueron: Cambiar la secuencia de etapas del mapa de cadena de valor, implementar un programa basado en las 5s, estandarización de algunas actividades para auxiliar la planeación de las obras y mejorar la gestión de los proveedores a través de herramientas visuales. Como en todos

los programas de implementación de estos sistemas de mejoras fue importante el involucramiento de todo el personal desde la administración hasta los obreros que intervienen directamente en las obras. Una conclusión importante a la que llego el autor es que es necesario adaptar los conceptos Lean en los procesos de construcción para empresas pequeñas de acuerdo los procesos que se desarrollen.

- De igual importancia *Ribón, (2011)*. Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción. Universidad Nacional de Colombia. El autor de la tesis propone una metodología para implementar la filosofía Lean a los modelos de planeación y ejecución tradicional en proyectos de construcción. La implementación se realizó en dos proyectos de construcción en Colombia. Las áreas donde se desarrolló la implementación fueron la gestión administrativa, la planeación y ejecución del proyecto. A partir de los hallazgos identificados en el proceso de diagnóstico se construyó una serie de actividades que buscaron identificar y reducir las pérdidas generadas durante el proceso constructivo para así mejorar la productividad del mismo. La metodología incluyó el control y la planeación semanal en el uso de todos los recursos indispensables en el desarrollo de la obra como materiales, herramientas, maquinarias y equipos a fin de garantizar la disponibilidad de estos recursos para la ejecución de la obra y disminuir los tiempos no contributivos y retrasos. Además se implanto una serie de registros y su tabulación en las actividades desarrolladas en campo, para introducir la cultura de medición, facilitando identificar las causas de los desperdicios y evaluar el impacto de la productividad. La implementación de estos recursos

y herramientas en la gestión del proyecto mejoro la toma de decisiones haciendo que las soluciones a problemas fueran de forma más ágil y acertadas.

### 1.2.2. Nacionales

- Mallma Gomez, (2015). Aplicación de la Filosofía Lean y el Concepto Leed en la Construcción de una edificación Sostenible. Universidad Nacional del Centro del Perú. El objetivo de este trabajo de tesis fue determinar la influencia de aplicar la Filosofía Lean y los conceptos Leed en la construcción de una edificación sostenible correspondiente al proyecto Biblioteca PUCP construida por la empresa constructora PRODUKTIVA. La metodología Lean ayudo en la disminución de los desperdicios de los procesos de construcción, en cuanto que con la aplicación de los conceptos Leed contribuyeron para que los procesos no tuvieran impactos negativos al medio ambiente logrando una edificación 65% sostenible. Durante este trabajo el autor consigue relacionar estos dos conceptos, Lean y Leed, ya que ambos apuntan a tener procesos con el mínimo de desperdicios posibles garantizando una construcción limpia y responsable con el medio ambiente.
- Huaman Quispe,( 2016). El sistema Lean en la administración de los procesos de proyectos de construcción de las obras civiles de la empresa ABC SAC de la Universidad Nacional de San Agustín. El objetivo de este trabajo de tesis fue determinar las características de la Gestión de los Procesos que articulan las diferentes áreas en los proyectos de construcción que realiza la Empresa bajo estudio. La metodología Lean ayudo aumentar la productividad en los

procesos de construcción, en cuanto que con la aplicación de los conceptos Lean contribuyeron para mejorar utilizando herramientas como la optimización de los costos de operación, optimizar los procesos operativos de las distintas oficinas administrativas, el aprovechamiento de las capacidades plenas en equipos y maquinaria de construcción, mejora de calidad, etc. Durante este trabajo el autor consigue relacionar estos los conceptos, como competitividad para la empresa y el sistema Lean, ya que ambos apuntan a tener procesos aumentar la productividad garantizando una construcción eficiente.

### 1.2.3. Locales

- De la misma forma según(Valle &Ibañez (2017), en la tesis “Mejora de la productividad en la partidas de falso cielo raso de superboard e instalación de ventanas de cristal templado mediante el uso de herramientas de la filosofía lean construction en la obra construcción del hospital II-nuestra señora del Rosario de cajabamba -Cajamarca 2017 de la Universidad Privada del Norte”; el objetivo principal de esta investigación es establecer medida mejora mediante la filosofía lean construction, esta metodología ayudo en grandes proporciones al mejorar la velocidad de ejecución de la mano de obra productiva de 4.06 m<sup>2</sup>/día a 6.71 m<sup>2</sup>/día; siendo la velocidad requerida de 7m<sup>2</sup>/día según el expediente técnico de obra. En consecuencia, se mejoró el rendimiento de 1.9592 a 1.1925, siendo el rendimiento de referencia 1.1429 del expediente técnico. Durante este trabajo el autor consigue hallar indicadores de tiempos de trabajos productivos, y como uno de las principales propuestas de mejora es la reprogramación de cuadrillas, buena planificación como base de mejora .

- De igual importancia, según Villacorta Varas (2018), en la investigación de tesis “Productividad y la filosofía Lean construction en la ejecución de una obras de edificación en la ciudad de Trujillo de la universidad privada del norte” el objetivo principal de este tesista es mostrar como se maneja la producción en la construcción de una obra aplicando conceptos Lean construction. La metodología Lean ayudo aumentar la productividad en los procesos de construcción, en cuanto a la aplicación de los conceptos Lean . Durante este trabajo el autor consigue relacionar al porcentaje de tiempo que la mano de obra dedica realizar actividades que agregan valor.

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Filosofía Lean**

##### **1.3.1.1.Origen e Historia.**

La industria automovilística japonés, al final de los años 40s, presentaba a una profunda crisis financiera, consecuencia de la Segunda Guerra Mundial. Japón tuvo que pasar por un período de ocupación económica y política liderada por EUA, su estructura económica estaba totalmente destruida y la población e industrias enfrentaban una grande escases de alimentos y recursos productivos, esas condiciones ayudaron a colocar en práctica la cultura por la eliminación de desperdicios. Es en ese contexto fue que Toyota Motor Company decidió repensar su modelo productivo, dando como resultado la creación del Sistema Toyota de Producción (Toyota Production System, TPS) que se centra en producir con el menor costo posible, buscando eliminar la mayor cantidad de desperdicios para superar la enorme escases de materias primas (Ohno, 1991). Con la metodología TPS, Toyota había desarrollado un nuevo sistema de gestión, que permitía adaptar su sistema de producción a las variaciones del mercado, produciendo las cantidades necesaria en el momento

oportuno, lo que conocemos ahora como producción lean. La implementación de ese sistema de producción, trajo para la compañía grandes ventajas competitivas en el desarrollo de productos y en las relaciones con clientes y proveedores. (Equi & Junior, 2015; Sundar, Balaji, & Satheeshkumar, 2014).

Durante los años 80, un proyecto de investigación llevada a cabo por el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) estudio los diferentes sistemas de producción de la industria automovilística global, entre los cuales se destacaba la metodología TPS. En esa investigación se observó que la mayoría de los sistemas de producción de la industria automotriz americana y europea de ese entonces estaban basados en el sistema de producción en masa desarrollado comienzos del siglo XX por Henry Ford, por lo que estaban en desventaja con el sistema creado por Toyota. A partir de esa investigación se propuso facilitar la transición de producción en masa a producción lean. Fue allí cuando se planteó el uso del término “lean” para referirse a los procesos ajustados, característicos de flujos de fabricación flexibles, eficientes propicios para minimizar pérdidas. Este nuevo abordaje sobre procesos de producción es lo que conocemos como *Lean Manufacturing*, que básicamente fue la “americanización” del sistema TPS; para mostrar a las industrias americanas que existen nuevos modelos de gestión para mejorar en las relaciones con los clientes, proveedores, el desarrollo de productos y las actividades de producción. Con la publicación en 1990 del libro “La máquina que cambio el mundo” escrito por J.P. Womack, D. Jones y D. Roos, el pensamiento lean cobro relevancia, haciendo que los conceptos de producción lean fueran más accesibles para otros sistemas productivos que necesitan aumentar eficiencia y calidad de sus procesos (Womack, Jones, & Roos, 1990).

### **1.3.2. Definición.**

La palabra Lean puede traducirse como esbelto, ajustado o reducido. De allí que el pensamiento Lean describe todas las practicas que hacen que un sistema productivo sea ajustado o esbelto, para entregar mayor valor al cliente (Melton, 2005). Por lo tanto, Lean Manufacturing es considerada como una metodología o filosofía que busca la eliminación de desperdicios y la mejora continua de los procesos, como fue descrito por Sundar (2014), la producción Lean maximiza el valor de los productos minimizando los desperdicios (Sundar et al., 2014). Los principios y herramientas Lean pueden ser adaptadas a diversos sectores productivos a partir de la experiencia obtenida en la producción industrial. Es importante destacar que el modelo de Lean Manufacturing no es exactamente una receta milagrosa para la gestión de procesos, y si más bien una filosofía de gestión que centra sus esfuerzos en cambiar el pensamiento y la cultura corporativa de toda una empresa. La implementación de sistema Lean ayuda a las empresas a transformar y adaptarse a las nuevas dinámicas y exigencias del mercado, donde esos modelos de producción lean presentan mayores ventajas competitivas en la ofrecimiento de productos y servicios con menores costos de producción y mayor productividad.

### **1.3.3. Herramientas Lean.**

La aplicación de las herramientas de la metodología Lean en un orden determinado, ayuda en la detección y eliminación de desperdicios e ineficiencia de los procesos. Al tener procesos más eficientes, la calidad de los procesos mejora y se reducen los tiempos y costos de producción. El diagrama en forma de “casa”, Figura 1, representa el conjunto de herramientas Lean y la forma en que se integran en los procesos de producción de una empresa que buscan la calidad total de sus procesos. Del diagrama se evidencia que la base de sustentación de la casa Lean es la eliminación total de desperdicios, representada por los cimientos que son conformados por herramientas

cuya base dan la estabilidad para alcanzar un cambio en la cultura corporativa y de gestión de la empresa. Sobre esa base se establecen dos pilares fundamentales que son el Just in Time y el Jidoka, que luego serán descritos. La cubierta superior de la casa, son los resultados obtenidos de la implementación de la metodología Lean Manufacturing, esos resultados son mejoramiento de la calidad, menor costos y menores tiempos de entrega. La analogía de la casa con la implementación de las herramientas Lean es importante, porque permite definir cuál es el orden de prioridad en el momento de implementar esas herramientas. También es importante resaltar que la implementación de un sistema Lean es un proceso amplio y complejo que involucra todos las actividades y sectores de la empresa.

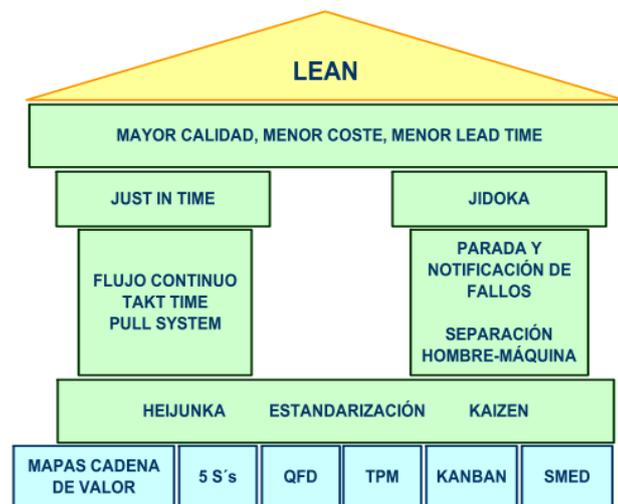


Figura 1. Diagrama de la casa Lean. Alcántara, (2013)

Por lo tanto, las principales herramientas que constituyen las bases de la metodología Lean y del diagrama de casa lean, Figura 1, son descritas a continuación:

#### 1.3.4.2. Mapas de cadena de valor.

También conocido por las siglas VSM, del inglés, *Value Stream Mapping*, permite identificar la secuencia y el flujo de los procesos de transformación. El Mapa de cadena de valor es una herramienta importante para conocer la secuencia de cada una de las

actividades desarrolladas, la interacción entre *stakeholders* y el flujo de materiales e información de un proceso productivo. Dentro de las empresas es fundamental tener una visión amplia de todas las etapas del proceso de fabricación de un producto o de la prestación de un servicio. La elaboración de ese *roadmapping* nos permite identificar cuáles son las actividades de mayor prioridad, cuales son las que agregan valor y cuáles pueden ser reducidas, y luego de identificarlas se puede proponer un plan de mejoras al proceso.

#### 1.3.4.3. Programa de 5S`s.

Es una metodología originada en Japón que basa su aplicación en cinco acciones que permiten mejorar la organización de los procesos. Esas cinco acciones son: 1. *Seiri* (organización), 2. *Seiton* (Orden), 3. *Seiso* (Limpieza), 4. *Seiketsu* (Salud), 5. *Shitsuke* (disciplina). La aplicación de una manera continua y adecuada de esas cinco acciones trae beneficios para los procesos de producción como: eliminar desperdicios, prevenir accidentes, mejorar el ambiente de trabajo, entre otros.

Tabla 1.

*Aplicación de las herramientas Lean en proyectos de construcción.*

Herramienta Lean	Si Aplica/ No aplica	Justificación
VSM	Si aplica	Esta herramienta nos va permitir describir el flujo de los procesos con cada una de las etapas y actividades en el desarrollo del proyecto de obra.
5S`s	Si aplica	Aplicar esta herramienta nos ayudara a organizar las áreas de trabajo y controlar la disponibilidad de materiales, herramientas y equipos de trabajo

---

TPM	No aplica	Esta herramienta busca mejorar la competitividad de la empresa, que no es el objetivo de este trabajo.
KANBAN	Si aplica	Esta herramienta nos permitirá organizar las tareas y actividades a ser desarrolladas por los diferentes de trabajo
SMED	Si aplica	Esta herramienta ayudará a controlar la logística y la disminución de tiempos de recepción y despacho de materiales en bodega
ESTANDARIZACION	Si aplica	Con el uso de esta herramienta nos mejorar el método, la forma y la secuencia de las etapas en los procesos
KAIZEN	Si aplica	La aplicación de esta herramienta es importante para desarrollar un programa de mejora continua en los procesos
JIT	No aplica	Esta herramienta es aplicada cuando se quiere que no hay tiempo de espera o almacenaje de los materiales a ser usados en la obra. Por cuestiones logísticas de los proyecto implementado esta herramienta no será aplicada
JIDOKA	No aplica	Debido a que los procesos de construcción son dinámicos y en su mayoría son manuales no serán usados sistema de control autónomo, por lo

---

cual, esta herramienta no será aplicada.

Elaboración : *Adaptado de (Eduardo & Rodríguez, 2017)*

#### 1.3.4. Lean Construction.

El método de *Lean Construction* está basado en los principios de la filosofía Lean aplicados para la producción en el área de la construcción civil; fue creado en 1992 por el finlandés Laury Koskela y publicado en su libro “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” (Koskela, 1992), además promovió la creación de la organización *International Group for Lean Construction (IGLC)* que es integrada por profesionales e investigadores del sector de la Construcción y responsable por la difusión de los avances de este método.

A pesar que la aplicación de los conceptos Lean en la construcción civil sea complejo este modelo mantiene los mismos objetivos de la producción Lean de eliminar pérdidas, disminuir el tiempo de los ciclos y reducir la variación; incluyendo en la gestión el análisis de costos, el flujo de materiales y los procesos de transformación. Koskela propuso un modelo que piensa la producción y sus operaciones como procesos (Koskela, 1992), basado en el flujo de materiales, en el cual hacen parte actividades que pueden o no agregar valor al producto final, como se indica en el diagrama de la Figura 2. Esas actividades deben ser aplicadas desde la llegada de los materiales hasta el acabado de la obra.

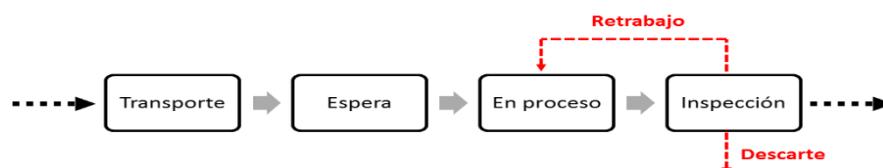


Figura 2. Modelo de Procesos en Lean Construction. Adaptado de Koskela, (1992).

### **1.3.4.1. Principios del Lean Construction.**

De acuerdo al trabajo de Koskela, *Lean Construction* se basa en un conjunto de 11 principios que busca optimizar la gestión de los proyectos de construcción civil buscando reducir las pérdidas como paradas, desperdicios de materiales, reprocesos y actividades que no agregan valor (Koskela, 1992). Esos principios se describen brevemente a continuación:

❖ **Reducir las actividades que no agregan valor al producto final.**

Este principio consiste en eliminar todas las actividades del flujo, que existen en el proceso, pero que no agregan valor al producto final, lo cual va ayudar a disminuir las pérdidas generados por el flujo de materiales, personas, informaciones, etc. Ese principio debe ser aplicado bajo unos criterios que garanticen la no afectación de los procesos necesarios.

❖ **Aumentar el valor de producto considerando las necesidades del cliente**

Una vez diseñado el mapa de flujo de valor donde se pueda definir el flujo del proceso, los clientes involucrados y sus respectivas interacciones en cada etapa del proceso, se debe identificar las necesidades de los clientes internos como externos. Así podremos atender los requerimientos de esos clientes y en consecuencia el valor será definido a partir de la atención a esas necesidades.

❖ **Reducir la variabilidad**

Ese principio se base en la estandarización de los procesos y en el cumplimiento de las especificaciones establecidas en los diseños, así se evita la variación del producto final y el proceso estaría más controlado. En la obras de construcción, la variación y las incertezas son muy comunes, pero pueden reducidas mediante la estandarización de los procesos y la inspección constante.

❖ **Reducir el tiempo de los ciclos**

Un ciclo corresponde al tiempo total que un producto lleva en ser realizado, donde se incluyen los tiempos de transporte, esperas, proceso e inspección. Por lo tanto, este principio se enfoca en disminuir los plazos de ejecución de cada uno de esas actividades y en sincronizar mejor el flujo de los materiales.

❖ **Simplificar el número de pasos de un proceso**

Así como es importante disminuir el tiempo total que lleva realizar un producto, en este principio es importante en reducir el número de etapas necesarias para completar todo el proceso de construcción. A través de una buena planeación es posible simplificar ciertas actividades del proceso, sean para agilizar procedimientos en la ejecución o en el trámite de cuestiones burocráticas.

❖ **Aumentar la flexibilidad en la ejecución**

El aumento en la flexibilidad en la ejecución tiene que ver con la capacidad que tiene el proceso de adaptarse a diferentes situaciones sin aumentar el costo del producto final, volviéndose el proceso más eficaz y eficiente.

❖ **Aumentar la transparencia en los procesos**

La transparencia en los procesos permite que los problemas sean más fáciles de identificar en cuanto las actividades son ejecutadas, disminuyendo la probabilidad de ocurran fallas en el proceso. Además, permite que los trabajadores se integren y participen activamente en hacer sugerencias e la implementación de mejoras en el proceso.

❖ **Enfocar el control del proceso global**

Para poder tener una visión más amplia del proceso, este principio considera el flujo de procesos como un todo. Lo que permite identificar de una manera más eficaz las pérdidas al largo de la cadena productiva. Esto se consigue con la integración de diferentes niveles de planeación.

❖ **Introducir sistemas de mejora continua**

La mejora continua deben ser implementada y practicada en todos las actividades del proceso, ya que es una herramienta fundamental para optimizar los procesos, reducir las pérdidas y eliminar las actividades que no generan valor al producto final. Para la implementación de este plan de mejora continua en la construcción se necesita del compromiso de todos los equipos de diseño, compras y obra, al igual que del liderazgo de la gerencia.

❖ **Mantener el equilibrio entre mejoras en los flujos y en las transformaciones**

Es importante encontrar equilibrio entre las mejoras en los flujos y las transformaciones, debido a que cuanto más desarrollado sea el proyecto, mayor impacto tendrá las mejoras en el proceso y cuanto mayores seas las perdidas, mayores serán los beneficios de la aplicación de mejoras del flujo.

❖ **Realizar Benchmarking**

Este principio se basa en traer buenas prácticas de las empresas líderes del sector a los procesos propios de la empresa, garantizando así mejorar la competitividad y aumentar la eficiencia de los procesos de una forma continua.

**1.3.4.2.Herramientas de Lean Construction.**

La implementación del sistema Lean Construction, está basado en un conjunto de herramientas que son la aplicación de los principios teóricos en la gestión de proyectos de construcción civil. Estas herramientas son:

- **Gestión de Calidad Total.** Son estrategias de gestión diseñadas para cumplir todos los requerimientos y demandas del cliente, a través de procesos de mejora continua y el cumplimiento de los requisitos de gestión de la calidad. Por lo tanto, la calidad debe ser evaluada en cada etapa del proceso.

- **Sistema del último planificador.** Es una herramienta importante para planificar y realizar el seguimiento de las diferentes actividades de la obra y observar los avances de los diferentes equipos. Con esta herramienta se puede controlar el flujo continuo de las actividades dentro de la obra designando las tareas y los plazos a ser cumplidos.

#### 1.3.4.3. Descripción de la cadena productiva en la construcción

En la cadena productiva de un proyecto de construcción está constituida por diferentes fases o actividades, que se ilustran en el diagrama de proceso de la Figura 3, las actividades que hacen parte del proceso constructivo en sí están resaltadas en rojo y dentro del cuadro puntado.



Figura 3. Diagrama de Proceso de construcción. Adaptado de Peña et al., (2002)

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las actividades del proceso de construcción (Peña et al., 2002).

##### a) Administrados.

El administrador es la actividad inicial con la que se inician los proyectos de construcción, es el responsable por identificar las necesidades del cliente y ofrecer una solución a esas necesidades con una propuesta de valor. En esta etapa se debe determinar la viabilidad económica y técnica de los proyectos antes de llevar a cabo del proyecto.

##### b) Diseño

Es la fase donde los proyectistas y diseñadores liderados por el director de la obra deben evaluar y detallar los aspectos espaciales, constructivos y de ejecución buscando siempre plasmar las intenciones del proyecto. Las obligaciones del proyectista no solo tienen que

ver con el aspecto estructural y visual del proyecto, sino que además debe resolver cuestiones como pliego de especificaciones técnicas, el emplazamiento del terreno, la selección de la calidad de los materiales y recientemente aspectos relacionados a la sostenibilidad con el entorno.

**c) Compra de materiales.**

En esta etapa debe tenerse en cuenta la disponibilidad y la consecución de materiales que cumplan todos los requerimientos técnicos y de calidad para poder construir la obra, para lo cual se debe verificar si los materiales son aceptables para el proyecto.

**d) Ejecución**

La ejecución de la obra se centra en la construcción en sí mismo de los diseños definidos, realizada desde la preparación del terreno, excavaciones, estructura, acabados hasta las instalaciones finales, esta actividad normalmente es realizada por el contratista o constructora que puede delegar algunas instalaciones parciales a otras empresas, para lo cual es importante que se tenga cuidado en la integración de cada una de las funciones necesarias. En esta fase se destaca la planificación, control y seguimiento de la obra

**e) Comercialización**

Es la fase final de la cadena que trata de vender al cliente final que va usar o comprar la obra de construcción. Una vez finalizada la obra se hace la transferencia final al mercado inmobiliario.

**1.3.4.4. Pérdidas en el Proceso Constructivo.**

Las pérdidas o desperdicios en un sistema de producción son característicos de procesos ineficientes e improductivos que generalmente pueden presentarse en cualquier momento dentro del proceso productivo. Las pérdidas son consideradas como el principal factor que aumenta el costo final de la obra. La disminución o eliminación de los desperdicios va

aumentar la calidad de los productos y la eficiencia de los procesos. Según, Ohn (Ohno, 1991), los desperdicios se pueden clasificar según su origen, como se resume en la tabla 2.

Tabla 2.

*Descripción de los desperdicios según su origen.*

<b>Origen</b>	<b>Descripción</b>
Sobreproducción	Cuando se fabrican más productos de lo que son necesarios. Característico en producciones excesivas o anticipadas.
Espera	Está relacionado al tiempo ocioso de personas, máquinas y componentes. Esto puede presentarse en la espera de un proceso o producción entre lotes.
Transporte.	Todo tipo de movimientos o transporte que no agreguen valor al producto o servicio pueden ser considerados una pérdida.
Procesamiento	Desperdicios relacionados a la propia operación, como actividades desnecesarias durante el procesamiento y que no agregan valor ni mejoran la calidad del producto
Movimiento	Esto está relacionado a los movimientos no necesarios realizados por los operadores durante la ejecución de sus actividades.
Defectos	Caracterizado por producir productos no conformes, o sea que no cumplen con los estándares de calidad de la misma

empresa.

Inventario	Niveles excesivos de materias primas en bodega, productos terminados y componentes entre procesos, son considerados desperdicios debido ya que consumen capital y recursos.
------------	---

*Elaboración: Adaptado de botero & villa , 2004 ; Carlos T. Formoso 2000)*

Según el modelo de conversión(Botero & Villa, 2004; Carlos T. Formoso, 2000), los procesos de producción son definidos como un conjunto de actividades de conversión, ósea cada actividad dentro del proceso transforma insumos en subproductos que a su vez pueden ser materia prima de otros procesos. Por lo anterior, cada proceso le ira agregando valor al producto final, por esa razón para disminuir las pérdidas del proyecto en general, se debe enfocar los esfuerzos en disminuir las pérdidas de cada subprocesso.

En los procesos constructivos podemos identificar algunas de esas pérdidas de acuerdo a la fase del proceso constructivo como podemos observar en la Tabla 3.

Tabla 3.

*Perdidas según la fase del proceso constructivo*

<b>Diseño</b>	<b>Compra de materiales.</b>	<b>Ejecución</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores de Diseño</li> <li>• Rediseños</li> <li>• Servicios no planificados</li> <li>• Tiempo extra no planificado</li> <li>• Errores en el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencia del Mercado</li> <li>• Incumplimiento en suministros de materiales</li> <li>• Exceso de inventario</li> <li>• Errores de facturación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reprocesos, reparaciones y reemplazos</li> <li>• Devoluciones</li> <li>• Garantías y servicios adicionales</li> <li>• Desperdicios de</li> </ul>

procesamiento de

- Costos debido a

construcción

datos

logística

- Asentimos

- Errores de impresión

- Malgasto de energía
- Tiempo improductivo
- Multas y recargos

Elaboración: Propia

### 1.3.5. Mejoramiento Continuo

Los planes de mejoramiento deben establecer acciones correctivas que solucionen los problemas identificados buscando siempre el mejoramiento de la productividad. El ciclo de mejoramiento continuo puede ser resumido en la ilustración de la figura 4.



Figura 4. Ciclo de mejora continua. (Eduardo & Rodríguez, 2017)

Los planes de mejora continua deben contar con estas cuatro acciones:

**1.3.5.1. Plan.** Identificación de los problemas mediante la observación, la toma de datos y el posterior análisis de los mismos.

**1.3.5.2.Do.** Implementación de los planes de mejoramiento, a través de la planeación

y formulación de estrategias que busquen solucionar los problemas identificados.

**1.3.5.3.Check.** Evaluación continua de los resultados obtenidos y compararlos con los objetivos definidos durante la planeación inicial.

**1.3.5.4.Adjust.** Corregir y ajustar la estrategia de mejora, además se puede proponer la estandarización de los procesos a partir de las condiciones encontradas.

Con la aplicación de un plan de mejora continua en los proyectos de construcción civil las actividades que generan mayor valor son más eficientes, eliminando las actividades que generan pérdidas o desperdicios, alcanzando de esa manera un aumento en la productividad en el proceso constructivo (Botero & Villa, 2004). En la tabla 4, podemos observar las actividades que generan un aumento en la productividad según la fase del proceso constructivo identificado.

Tabla 4.

*Mejoramiento de la Productividad en la construcción.*

Diseño	Aprovisionamiento de Insumos.	Ejecución
--------	----------------------------------	-----------

- 
- Diseño correcto del Producto
  - Especificaciones técnicas claras y específicas
  - Programación y control del presupuesto
  - Estudio de costos directos e indirectos
  - Racionalización administrativa
  - Determinación del estándar de producción
  - Gestión de compras
  - Economía de materiales
  - Movimiento de materiales
  - Mejora del lugar de trabajo
  - Control de calidad
  - Estudio de trabajo
  - Normas de seguridad
  - Políticas de personal
  - Motivación e incentivos
  - Infraestructura de producción adecuada

---

Elaboración: Propia

#### **1.4. Formulación del problema**

¿En qué medida impacta el diseño de un sistema de gestión basado en la filosofía LEAN en la productividad del área de gestión de proyectos de la empresa ARCOS EIRL?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el impacto del diseñar de un sistema de gestión basado en la filosofía LEAN en la productividad del área de gestión de proyectos de la empresa ARCOS EIRL.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del área de gestión de proyecto..

- Identificar y determinar que herramientas LEAN se usará para el diseño del sistema de gestión.
- Diseñar el sistema de gestión basado en la filosofía LEAN.
- Realizar la evaluación económica del diseño del sistema de gestión de proyecto.

## **1.6. Hipótesis**

El diseño de un sistema de gestión basado en la filosofía Lean aumenta la productividad del área de Gestión de Proyectos de la empresa ARCOS EIRL.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Según el propósito de la investigación. Según**

- El propósito de la investigación, fue aplicada del tipo exploratoria-descriptiva, es aplicada debido que busca realizar acciones concretas para enfrentar el problema , por lo tanto, el propósito de esta investigación es buscar la aplicación de conceptos, herramientas y técnicas de la filosofía lean, para realizar un diseño de un modelo de gestión para aumentar la productividad en el área de gestión de proyectos de la empresa Arcos E.I.R.L. es decir, se va a tomar conocimiento de dicha filosofía para lograr un beneficio a la empresa.

#### **2.1.2. Según el Diseño de investigación, Según**

- El tipo de investigación realizada para esta tesis fue Exploratoria-descriptiva, dado que nos ayudara a familiarizarnos con el fenómeno desconocido para obtener información importante para la realización de esta investigación , así mismo es descriptiva por qué sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta el problema estudiado, por ello esta investigación realizada en la tesis, es del tipo exploratoria porque a partir de conocer los principios y conceptos de la metodología Lean se puede diagnosticar la gestión de los proyectos para el caso estudiado y es descriptiva porque durante el diagnostico se debe describir detalladamente las diferentes etapas y responsables de los procesos de un proyecto constructivo.

Y finalmente el diseño de esta investigación es no experimental, porque es una investigación basada una propuesta metodológica para la implementación de un plan de mejoras en un sistema de gestión de proyectos, donde no es posible medir todas las variables porque algunas son semicuantitativas y por lo tanto, no es posible diseñar un experimentos.

Además, es una investigación mixta ósea que desarrolla un análisis tanto cuantitativo como cualitativo.

- Cuantitativo, porque dentro de la investigación debemos cuantificar algunos parámetros e indicadores sobre el nivel de pérdidas y disminución del tiempo de los ciclos en las diferentes etapas del proceso.
- Cualitativo, porque se realiza un análisis constante sobre el flujo de materiales y los procesos de transformación dentro de la cadena de valor, así como describir cuales actividades pueden o no agregar valor dentro del proceso.

### 2.2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población. El presente estudio tiene como población los proyectos de construcción de edificaciones diseñados, gestionados y ejecutados por la Constructora Arcos EIRL en la ciudad de Pacasmayo.

Muestra. Como muestra de estudio se utilizarán los datos e informaciones de al menos 5 obras de construcción de la Constructora Arcos. Para seleccionar la muestra se establece como criterio que las obras hayan concluido la fase de diseño y ejecución en el último semestre y correspondan a las construcciones de edificaciones.

### 2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Esta sección trata sobre los instrumentos, métodos, fuentes, técnicas para recolección de datos, que permitieron desarrollar la recolección adecuadamente de información que se es sumamente importante para realizar esta investigación.

Tabla 5.

*Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos*

<b>METODOS</b>	<b>FUENTES</b>	<b>TECNICAS</b>
<b>Cualitativos</b>	❖ Primaria ❖ Secundaria	Entrevistas Análisis de documento
<b>Cuantitativo</b>	❖ Primario ❖ Secundario	Encuestas Check list
<b>Observación</b>	❖ Primario	Guía de Observación

Elaboración :Propia

Asimismo, estas técnicas e instrumentos en la recolección de datos son de suma importancia para realizar esta investigación de tesis, que se muestran detalladamente de la siguiente manera:

Tabla 6.

*Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Justificación</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Aplicado en</b>
Entrevistas	Permitió determinar e identificar el proceso de gestión de la compañía, así como las falencias principales que genera antes y durante su proceso de producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Guía de entrevista</li> <li>❖ Cámara</li> <li>❖ Lapiceros</li> <li>❖ Hojas</li> <li>❖ Computadora</li> </ul>	Gerente general de la empresa , trabajadores involucrados en el proceso productivo de la empresa Arcos S.A.C .
Observación de campo	Permitió la identificación de cada procesos y etapa que generan desperdicios durante el proceso de producción de la empresa Constructora Arcos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Cámara fotográfica</li> <li>❖ Libreta</li> <li>❖ Apuntes</li> <li>❖ Guía de Observación</li> </ul>	Todos los sectores de trabajo que intervienen en el proceso de producción de desperdicios, dentro del área de proyectos, así como las actividades del personal que labora en este.
Análisis de Documentación	Para obtener la información histórica y actualizada de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Registros</li> <li>❖ Computadoras</li> <li>❖ Microsoft Excel.</li> <li>❖ Cámara</li> </ul>	Información histórica y actualizada de la empresa.

Encuestas	Permitió identificar cada uno de los procesos, actividades actuales que la empresa realiza para su proceso de producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Guías</li> <li>❖ Lapiceros</li> <li>❖ Cámara</li> <li>❖ Laptop</li> </ul>	Personal Involucrado de en las actividades productivas.
-----------	---	--	---

Elaboración: Propio

### 2.3. Procedimiento

En esta etapa el, procedimiento que se realizo esta en la siguiente tabla.

Tabla 7.

#### *Procedimiento de investigación*

FASES	DESCRIPCIÓN
<b>Diagnostico</b>	<p>Para realizar esta investigación, se pasó a realizar una entrevista y encuestas al representante legal de la empresa, donde se busca tomar conocimiento de la problemática y el estado actual de la empresa, por el cual se determinó que las falencias fueron halladas en el área de gestión de proyectos, dado el gran peso de los costos y las perdidas tienen un origen en dicha área. En tal sentido mediante las técnicas de observación y entrevistas a los trabajadores, supervisores y representante se permitió detectar las causas y razones reales de los elevados costos y las pérdidas, de las cuales son los siguientes: la falta de personal capacitado, falta de estandarización, falta de mantenimiento, falta de gestión de inventarios. Perdida de materiales. Demora en transporte de materiales y falta de planificación, de esta manera según los resultados hallados la perdida por que tiene la empresa seria de S/.11 336.87 soles por cada proyecto realizado, finalmente estos resultado hallados se dará a conocer las siguientes pagina 44 .</p> <p>Para realizar el diseño de la propuesta, primeramente, se identificó las causas raíz que generan costos y perdidas en el área, también se ha descrito e identificados a</p>

**Diseño de  
la  
Propuesta**

través de diferentes métodos los problemas actuales para luego realizar un análisis de la información ya obtenida, que nos ayudara a poder formular el diseño de la propuesta de mejora. De este modo se procedió a mostrar cómo es posible mejorar a través de muchos conceptos y herramientas de la filosofía lean, entre ella se aplicó la capacitación y compromiso constante de los trabajadores para poder mejorar dichas carencias existentes en esta área, así mismo se aplicó la propuesta de mantenimiento a las maquinarias y equipos, por otro lado para controlar los inventarios se pasa a realizar fichas donde podamos llevar la contabilidad de los materiales, así embargo para prevenir pérdidas de materiales se pasa a realizar la implementación de la 9'S en los trabajadores antes , durante y después su horario de trabajo, finalmente, para las causas raíz número CR2, CR6 Y CR7, se formuló la aplicación del sistema lean de planificación, también conocido como Sistema del último planificador o Last Planner System, desarrollado dentro del concepto de la filosofía de Lean Constrution. Este sistema propone que el último planificador debe ser el gestor o grupo responsable de la planificación operativa, ósea quienes designan la realización de los trabajos individuales en obra como ingenieros residentes y jefes de equipo. Por esa razón en la tal sentido el motivo de la propuesta, así mismo se realizó el análisis de algunas de las restricciones que pueden presentarse en campo y se determinan cuales indicadores se van a usar para evaluar el cumplimiento de la planificación y el estado de avance del proyecto, esto se puede visualizar en la tabla 31 , como por ejemplo para realizar el cálculo de la diferencia entre la variación de costo en función de las alteraciones realizada, ya se puedo lograr a través de dicho indicador , así mismo están también el cálculo de la diferencia de costo de proyecto con la relación los trabajadores que serán extras fuera de lo presupuestado y planeado, por otro lado, este tipo de planificación ayudara a determinar la frecuencia de modificaciones, las alteraciones con justificaciones, y la importancia de la alteración en los costos del proyecto y finalmente se podrá calcular el grado de impacto de cada alteración dentro de las obras de construcción civil.

**Análisis  
económico  
y  
financiero**

Finalmente la última fase de esta investigación, se ha efectuado un análisis económico y financiero cuyo propósito es evaluar el costo de implementación de dicha propuesta de mejora, de tal manera que nos permita determinar la factibilidad de dicho diseño, para luego evaluar los beneficios alcanzados a través

---

de los indicadores como el VAN , TIR, Y B/C.

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## **2.4. Operalización de variable**

2.4.1. **Variable dependiente:** Aumentar la productividad.

2.4.2. **Variable independiente:** Sistema basado en la Filosofía Lean

Tabla 8.

*Operalización de variable*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
Variable Independiente	Filosofía Lean Lean , es una filosofía de trabajo que mejora y optimiza un sistema productivo , eliminando cualquier desperdicios producidos dentro del mismo sistema ( Hernández , juan y vizaz , Antonio (2013) , p 12)	Value Stream Mping (mapa de cadena de Valor	$x = \frac{\text{Dias hombre}}{m3 \text{ construido}}$
		Compromiso de los trabajadores	Porcentaje de asistencias a las capacitaciones
Variable Dependiente	Productividad La productividad es la medida de la eficiencia económica que resulta de la capacidad o habilidad que tiene una empresa para utilizar inteligentemente sus recursos ( Rodríguez, Carlos 1999, p22).Por ello se entiende grado de eficiencia en la administración de los recursos para completar un proyecto dentro de un plazo establecido y un nivel de calidad definido.	Productividad de mano de obra	$x = \frac{M3 \text{ construido}}{N^{\circ} \text{ de trabajadore}}$
		Costo por disponibilidad mantenimiento de equipo	$x = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de paradas por averia}}{\text{Horas totales}}$
		Porcentaje de artículos innecesarios i.	$x = \frac{\text{Cantidadde articulos innecesarios}}{\text{Cantidad total de artículos}} \times 100\%$
		Productividad de materia prima	$x = \frac{\text{Producción}}{\text{Materia Prima}}$
		Porcentaje del costo comparativo del transporte.	$x = \frac{\text{Costo de transporte propio por unidad}}{\text{Costo de contrrtar trasporte por unidad}} \times 100\%$

Elaboración: Propio

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

#### 3.1.1. Información del sector

Según la descripción de CIUU la empresa pertenece al sector de :

Tabla 9.

#### *Información del sector de la empresa*

<b>RAZÓN SOCIAL EIRL</b>	<b>EMPRESA ARCOS EIRL</b>
Gerente general	Carlos Silva Pairazamán
Principal- CIUU 45207	❖ Construcción edificios completos, restauración y consultoría.
Secundaria1-CIUU 71290	❖ Alquiler de maquinaria

Fuente: Sunat

#### 3.1.2. Referencias Generales de la empresa

Tabla 10.

#### *Referencias Generales de la empresa*

<b>Razón social</b>	EMPRESA ARCOS EIRL
<b>Nombre Comercial</b>	EMPRESA ARCOS EIRL
<b>R.U.C</b>	20481561001
<b>Tipo de sociedad</b>	EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA
<b>Estado</b>	Activa
<b>Fecha de fundación</b>	2010
<b>Gerente General</b>	Anderson Silva Pairazamán
<b>Ubicación de la empresa</b>	Jr. Junín nro. 150 int. 2pis sec. Cercado (segundo piso) la libertad - Pacasmayo - Pacasmayo

Fuente: Sunat & Empresa

La empresa constructora Arcos EIRL., fue fundada en el año 2010 en la ciudad de Pacasmayo, departamento de la libertad, es una empresa con 8 años de experiencia en el

sector de la construcción dedicada a diseñar, construir, restaurar y al dar consultorías de edificaciones y obras de construcción civil, al público en general, brindando calidad garantizada.

### 3.1.3. Estructura orgánica

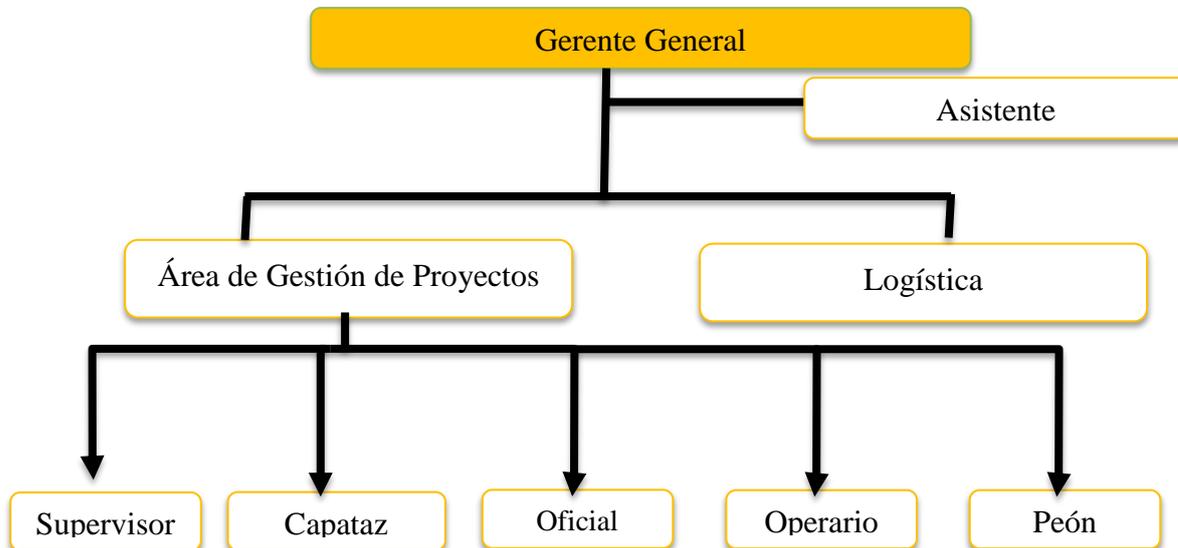


Figura 5. Estructura Orgánica de la empresa Arcos EIRL

### 3.1.4. Principales Competidores

Tabla 11.

*Principales competidores*

RAZON SOCIAL	RUC
Eiffel General Services Sac	20560108070
Wilce Ings Contratistas S.R.L	20315128324
Edificaciones & Servicios S.R.L.	• 20481217645
Construcciones y Servicios Múltiples Genesis Jirhed E.I.R.L.	• 20600947941
C & I Servicios Generales S.A.C.	• 20601053188
Constructora Brial S.A.C. Pac	• 20560119519

### 3.1.5. Principales Proveedores

Tabla 12.

#### *Principales Proveedores*

<b>PROVEEDORES</b>	<b>RUC</b>	<b>Productos</b>
Almacenes Maru E.I.R.L	20482374281	Materiales de construcción
Multiservicios Asaqui E.I.R.L.	20477658033	Materiales de construcción
Ferbam S.A.C		Materiales de construcción
Arenera Jaen sac		
Promart, Sodimac		Materiales de construcción

*Fuente . Empresa*

## 3.2. Diagnostico situacional del área de estudio

### 3.2.1. Descripción de área.

El proyecto de investigación se realiza en el área de gestión de proyectos de la empresa Arcos E.I.R.L. Perú, como bien es conocido esta área es de suma importancia según las definiciones proporcionadas por el instituto de gestión de proyecto (2013), la Asociación para la Gestión de Proyectos (APM, 2013), gestión de proyecto según PMI (2016), todos ellos concluyen que la gestión de proyectos es el uso del conocimientos, habilidades y técnicas para ejecutar proyectos desde planificar qué se necesita hacer, cuándo, por quién y bajo qué estándares crear y motivar al equipo coordinar el trabajo de diferentes personas, hasta la integración de los procesos de diseño e implementación necesarios para finalizar un proyecto a tiempo, dentro del costo y al nivel de desempeño requerido la organización, teniendo en cuenta el costo ,el tiempo ,la calidad, el presupuesto, los recursos , etc.

De la misma manera, cuando se realizó el diagnóstico correspondiente, se determinó que es importante primero conocer el proceso actual para identificar cuáles son los puntos críticos en los cuales se generan la mayor cantidad de inconformidades o desperdicios. Durante la fase de diagnóstico se elaboraron el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, VSM (Mapa de flujo de Valor), el DOP (Diagrama de operaciones) y DAP (Diagrama analítico de procesos), check list, y se hizo uso de otras herramientas para la detección de diversas falencias entre ellas se hallaron la falta de personal capacitado es uno de los principales motivos dado que los trabajadores no tienen conocimientos de procesos estandarizados, limpieza de su área de trabajo, o actividades que generan pérdidas dentro de su forma de trabajo también se encontraron, también se encontraron otras falencias como la falta de planificación, durante los pedidos de materiales y costos, así como se identificaron actividades que generan pérdidas de materiales como el mal dimensionamiento en ladrillos, o la falta de limpieza dentro del área, por otro lado también se identificaron la existencia de retrasos de llegada de materiales, también se hallaron la falta de procesos de estandarización, presencia de productos innecesarios en el almacén.

### **3.2.2. Flujograma de la empresa de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL**

Los diagramas de subprocesos o actividades para representar los flujos de trabajo son representados por el Flujograma, donde se detalla las actividades que le empresa realiza, teniendo en cuenta las falencias encontrados dentro de sus procesos, donde podemos hallar que en la actividad de aprobación del proyecto existe pérdidas de tiempos dado que la empresa tiene que presentar documentación para solicitar los permisos a las municipalidades, también se encontró que existe pérdidas de tiempo con las actividades de tramitar licencias y permiso, por otro lado se detectó que existe tiempos de muertos, actividades que no generan valor en el proceso de ejecución de obra hasta la financiación

de proyecto , finalmente la empresa cree en la importancia de la fuerza laboral por ello al  
no contar con capacitación su personal dificulta mucho su rendimiento y productividad.

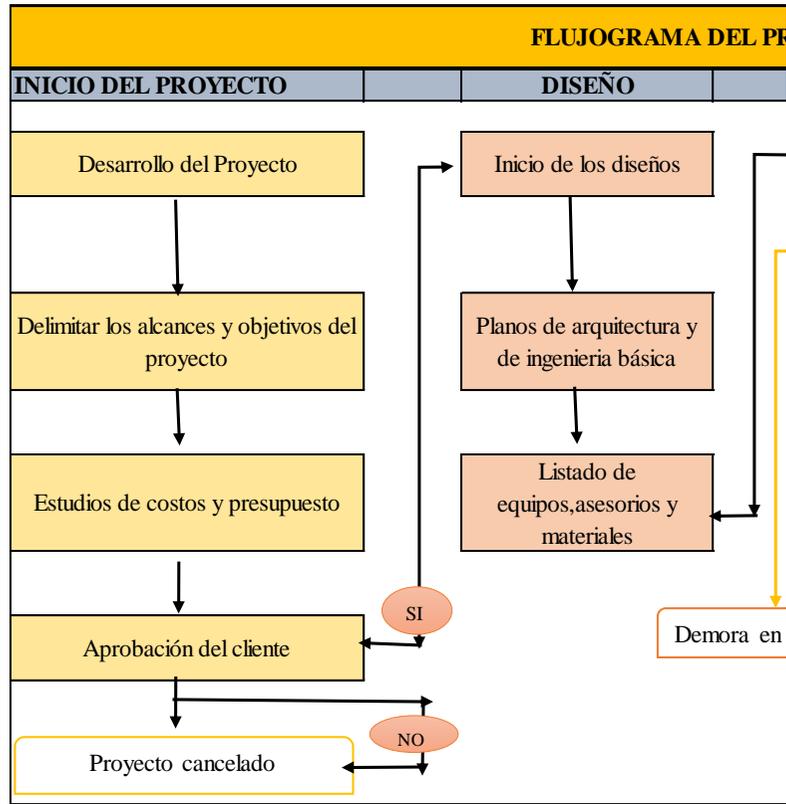


Figura 6. Flujograma del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente:

Elaboración

propia

**3.2.3. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)**

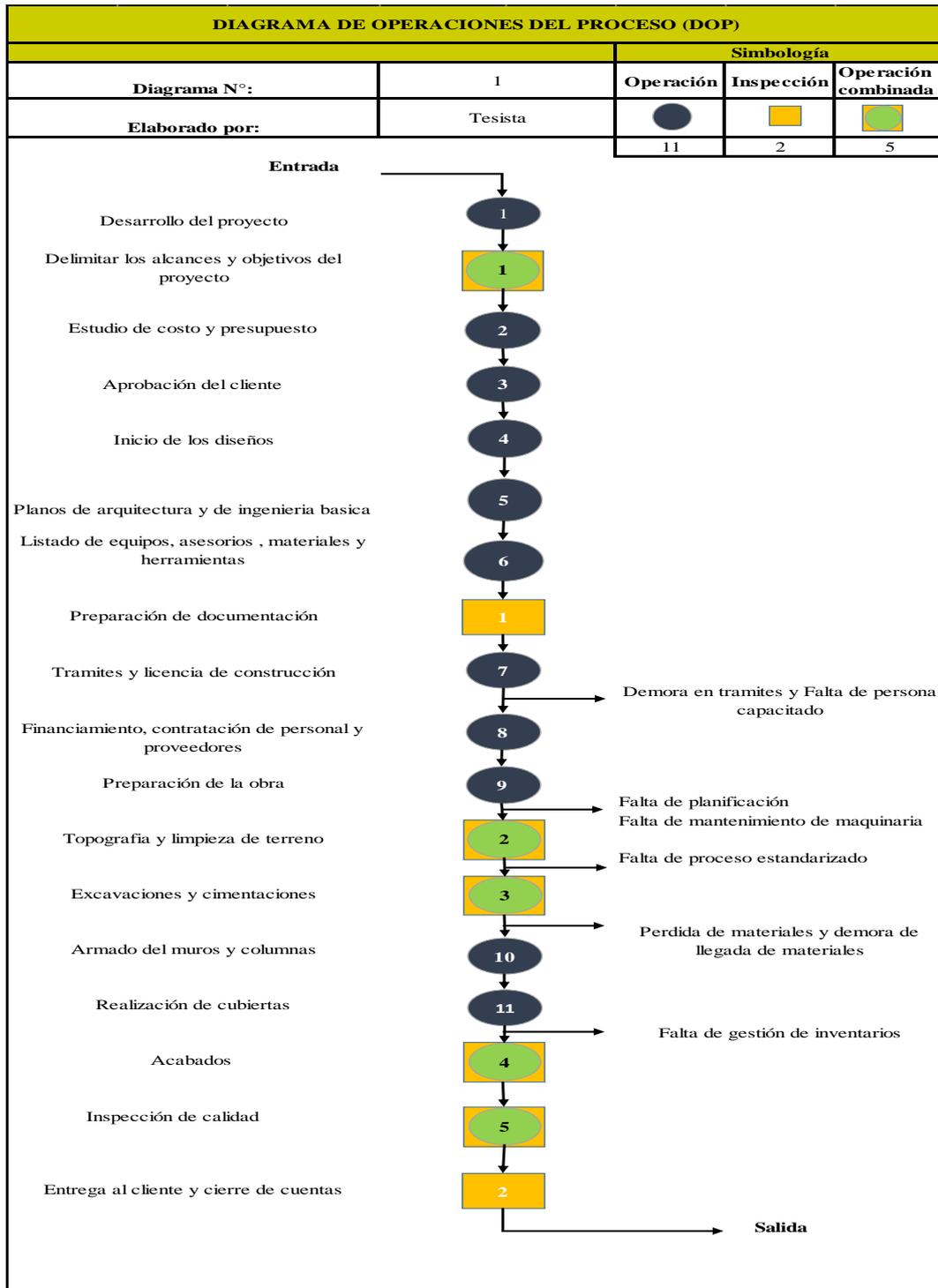


Figura 7. Diagrama de Operaciones del proceso del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente:

Elaboración

propia

### 3.2.4. Diagrama de Análisis de proceso (DAP)

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO											
Diagrama Num.	1	Hoja Num.	Actividad					Resumen			
Proceso:	Gestión de Proyecto		Etapa	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento	Responsable y personal que interviene	Tipo de desperdicio	Observaciones
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	○	■	→	⬮	▽				
Revisar el objetivo y los alcances del proyecto				■					Director de ingeniería		
Definir las lineamientos y entregables			○					Director de ingeniería/ contratista			
Identificar las tareas a desarrollar			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Estimar la duración de cada tarea			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Identificar recursos humanos, los materiales y equipos necesarios			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Designar las tareas, las responsabilidades de los equipos de trabajo			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Establecer los plazos de las tareas			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Determinar los costos estimados del proyecto			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Estudio de viabilidad			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Estimaciones y revisión de costos			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Calcular y analizar los riesgos del proyecto			○					Arquitecto e ingeniero civil			
Documentar con la descripción del plano				■				Arquitecto e ingeniero civil			
<b>RESUMEN</b>			<b>10</b>	<b>1</b>							

Figura 8. Diagrama de Análisis de proceso de Planeación y preparación del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO										
Diagrama Num.	1	Hoja Num.	Actividad					Resumen		
Proceso:	Gestión de Proyecto									
Etapa	Diseño e ingeniería básica		Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento			
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	○	■	→	⬇	▽	Responsable y personal que interviene	Tipo de desperdicio	Observaciones
Determinar y detallar las especificaciones técnicas			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Realizar los estudios de topografía, niveles freáticos, etc			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Revisión de las normas y códigos vigentes para el tipo de proyecto a desarrollar				■				Arquitecto e Ingeniero civil		
Definir los criterios básicos de diseño para la construcción, cargas, tuberías, cableado,			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Definir las especificaciones técnicas generales referidas a materiales, equipos, máquinas			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Realizar los planos de explanaciones, excavaciones y cimentaciones			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Calcular las cargas de la estructura y el hormigón			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Realizar los planos de la estructura, el hormigón, losas, bancadas, fachadas, cubiertas, tubería y			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Realizar los planos de urbanización			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Levantar el listado de materiales e equipos			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
Documentación los planos de ingeniería			○					Arquitecto e Ingeniero civil		
<b>RESUMEN</b>			<b>10</b>	<b>1</b>						

Figura 9. Diagrama de Análisis de proceso de diseño e ingeniería básica del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO										
Diagrama Num.	1	Hoja Num.	Actividad					Resumen		
Proceso:	Gestión de Proyecto									
Etapas	Aprobación y permisos		Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento			
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)						Responsable y personal que interviene	Tipo de desperdicio	Observaciones
Preparación de la documentación y estudios para la aprobación								Gerente y administrativo		
Trámite de licencias ambientales								Administrativo	Demoras	Se presenta demora en tramites documentario , siendo esto problema netamente externos.
Trámite de de la licencia de construcción								Administrativo	Demoras	Se presenta demora en tramites documentario , siendo esto problema netamente externos.
Financiamiento del proyecto								Administrativo		
Contratación de polizas de Riesgo								Administrativo		
Contratación de personal para construcción								Administrativo		
<b>RESUMEN</b>			<b>4</b>			<b>2</b>				

Figura 10. Diagrama de Análisis de proceso de Aprobación y permiso del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente:

Elaboración

Propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO											
Diagrama Num.	1	Hoja Num.	Actividad					Resumen			
Proceso:	Gestión de Proyecto										
Etapas	Ejecución de Obras			Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento			
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	○	■	→	⬇	▽	Responsable y personal que interviene	Tipo de desperdicio	Observaciones	
Solicitud y compra de materiales							▽	Arquitecto e ingeniero civil	Desperdicios por Inventario	La falta de gestión de inventarios de materia prima hace que tengan gran cantidad de stock , el no poseen con un plan para eliminación de productos caducados y vigentes.	
Realización de inspección de calidad				■				Arquitecto e ingeniero civil y maestro de obra	Falta de personal capacitado	La falta de personal capacitado , se pudo observar al momento del descarge de materiales y de gestionar las áreas de almacenamiento.	
Trasporte de materiales a la bodega					→			Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Demora en trasporte de materiales	La demora de trasporte de materiales , se pudo determinar mediante la demora de descarga los materiales y la falta de materiales para facilitar el trasporte correctamente.	
Recibimiento y registro de materiales						⬇		Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Falta de personal capacitado	La falta de personal capacitado , se pudo observar al momento del descarge de materiales y de gestionar las áreas de almacenamiento.	
Conformar los lideres y equipos de trabajo			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Socializar los planos con equipos de trabajo			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Limpieza de Terreno			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Trasporte de maquinaria, equipos y herramientas a obra					→			Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Tiempo de espera	La existencias de tiempo de espera , se debe a la falta de estandarizacion de proceso , dado que se hallo la maquinarias trasportada sufren desgastes anormales muy frecuente durante el proceso de	
Trasporte de materiales a obra					→			Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Almacenamiento de materiales , maquinas, equipos y herramientas							▽	Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Movimientos innecesarios	La falta de planeación en horas hombres y la planificación de materiales han causado perdidas en la empresa constructara todo debido a que no poseen un sistema para el calculos de sus pedidos.	
Ejecución de explanaciones, excavaciones y cimentaciones			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Desperdicios por defectos, rechazos y re-trabajo	Desperdicios por defectos, rechazos y re-trabajo se debe a que los trabajadores no cuenta con conocimientos para controlar el usos de materiales como el mal dimensionamiento,errores de construccion y la mala supervisión adecuada .	
Instalacion de vigas y columnas de cimentación			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Instalación de ductos de acueducto y alcantarillado			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Realización de falso piso			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Preparación de hormigón para llenado de falso piso			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Sobreproducción		
Levantamiento de muros y mamposteria			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon	Desperdicios por defectos, rechazos y retrabajo, sobreproduccion y	Desperdicios por defectos, rechazos y re-trabajo se debe a que los trabajadores no cuenta con conocimientos para controlar el usos de materiales como el mal dimensionamiento,errores de construccion y la mala supervisión adecuada .	
Llenado de columnas			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Fundición de placas entrepisos			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Instalacion de cubiertas			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Instalacion de red de agua limpia y electricos			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Instalación de revestimiento			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Realización de acabados			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Instalación de redes electricas y sanitarias			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Instalacion de puertas y ventanas			○					Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
Cierre de obra							▽	Supervisor, maestro de obra , oficial, operario y peon			
<b>RESUMEN</b>			<b>16</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>				

Figura 11. Diagrama de Análisis de proceso de ejecución de obras del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente:

Elaboración

propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO										
Diagrama Num.	1	Hoja Num.	Actividad					Resumen		
Proceso:	Gestión de Proyecto									
Etapa	Ejecución de Obras		Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento			
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)						Responsable y personal que interviene	Tipo de desperdicio	Observaciones
Inspección de la obra de acuerdo a los planos del proyecto								Arquitecto , ingeniero civil		
Visitoria de los interventores								Arquitecto , ingeniero civil		
Correcciones y adecuaciones necesarias								Arquitecto , ingeniero civil y maestro de obra		
Cierre Financiero								Arquitecto , ingeniero civil		
Archivo documental								Arquitecto , ingeniero civil		
Entrega al cliente								Arquitecto , ingeniero civil		
<b>RESUMEN</b>			<b>5</b>	<b>1</b>						

Figura 12. Diagrama de Análisis de proceso de cierre de obra área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL

Fuente : Elaboración propia

### 3.2.5. Diagrama de Ishikawa

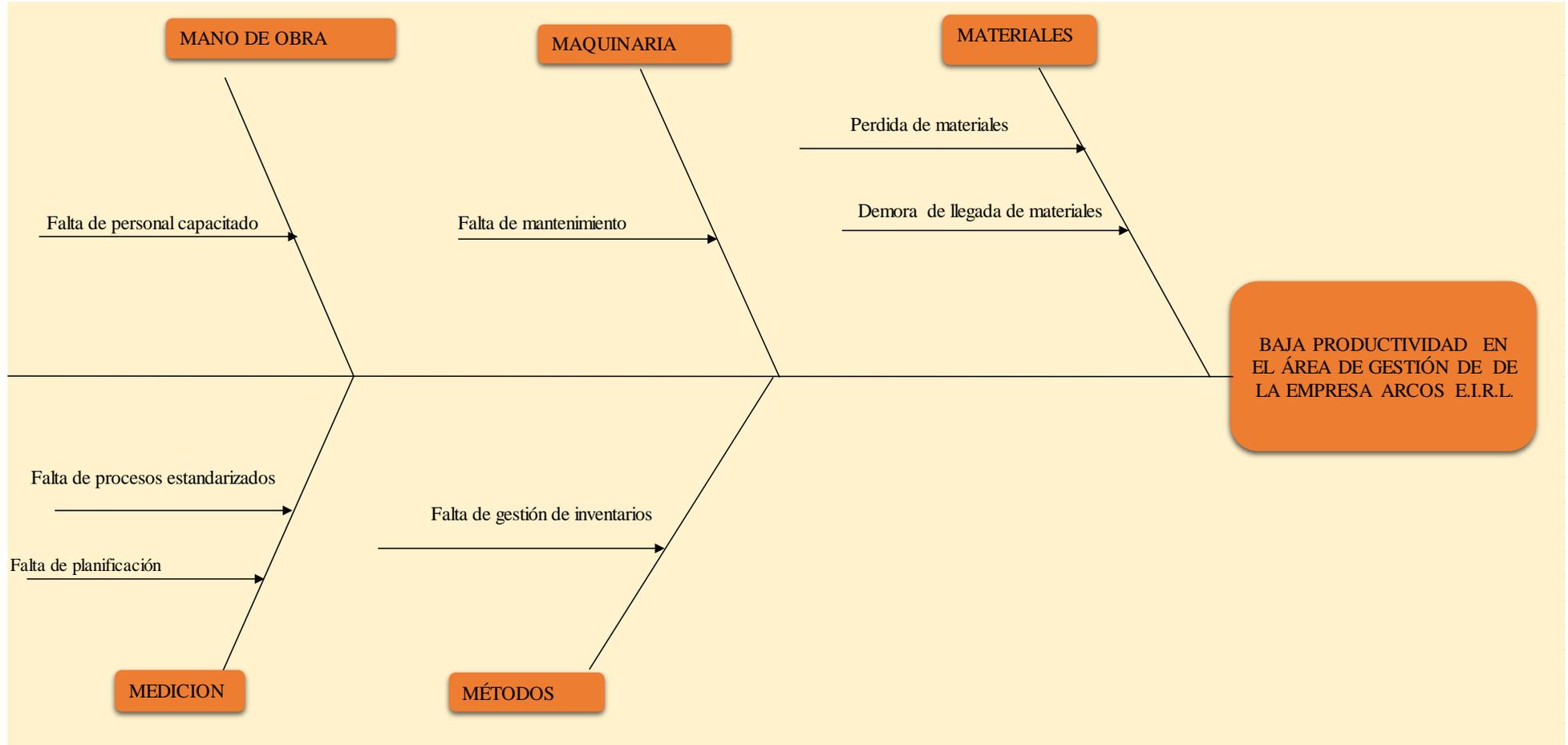


Figura 13. Diagrama de Ishikawa del área de gestión de proyectos de la empresa Arcos E.I.R.L

Fuente: Elaboración propia.

Para identificar cuáles son las principales áreas relacionadas con el proceso constructivo donde se presentan las pérdidas más recurrentes, para ello se aplicó una encuesta del formulario del Anexo 1 y Anexo 2 y se realizó entrevistas a los 2empleando y gerente de los formularios del anexo 1 y 3, así también los resultados obtenidos se pueden observar en la figura 13 y figura 14, donde podemos señalar que la empresa no cuenta con ningún sistema de gestión de estandarización , ni políticas internas que prevenga la demora de llegada y pérdida de materiales y tampoco cuenta con un sistema dedicado exclusivamente a la planeación, mantenimiento de maquinaria y gestión del proyecto.

Debido a los resultados hallado, podemos decir una causa raíz encontrada es la falta de personal capacitado, se determinó el personal no posee conocimientos suficientes para evitar retroceso en el proceso de construcción esto se debe a los errores de frecuentes hallados durante la lectura de planos para el proceso de construcción, de igual forma los trabajadores no tienen una supervisión adecuada, la falta de cronogramas para realizar actividades correctamente, por ello que muchas veces se tienen que usar horas extras para las modificaciones de errores y diseño de construcción, así mismo se encontró que no tiene capacitación o conocimientos para el correcto descargue de materiales, generando muchas veces que la empresa tenga que reponer dichos materiales.

De la misma forma, se halló que la empresa no posee sus procesos estandarizados, este se debe a que en el proceso de ejecución de obras demora entre 65 días, para terminar un proyecto, cabe señalar que la duración cronogramada es de 30 días útiles a partir del inicio de cada proyecto, esto se debe a la falta de conocimientos e importancia que dan a los procesos y finalmente a la deficiencia en control de proceso de albañilería.

Así mismo, se encontró que la falta de mantenimiento en las maquinarias, es un factor que genera pérdidas monetarias a la empresa, la razón principal es el alto costo de reparación y

a las horas extras que se tiene que usar por el mal uso de la maquinaria y el sobre esfuerzo de estos, de esta manera, que la empresa se ve en la obligación de reponer las horas perdidas durante la parada de estos equipos.

Por otra parte, la falta de gestión de inventario, es uno de los problemas con mayor frecuencia se percibe en el área de estudio, esto se debe al mal inventario que la empresa posee con respecto a la materia prima comprada, ya que muchos de estos materiales para cada obra como tubos, codos, pegamento, baldes de pinturas, cerámicas, materiales anti salitre tienen fecha de caducidad, más aún cuando terminan no siendo utilizados y desperdiciado.

Otra falencia encontrada es la pérdida constante de materiales, esto es ocasionado por el personal que laboran en la ejecución de obra, donde se identificó que el personal en el proceso de cimentación tiene muchos errores al momento de la realización de conectado de tuberías, también se observó pérdidas de fierro por el mal dimensionamiento de estos, también se detectó que las pérdidas de concreto la razón principal es la mala planeación de materiales, en la fase de la realización de muros, refuerzos, corte de ladrillos, mezcla, montaje de hiladas, refuerzo, curado, se observó muchos de estos trabajadores no tienen consideración al momento de realizar cortes de esto materiales sean afectados, de esta manera, también se encontró que muchas de estas pérdidas se debe a trabajos mal hecho por parte de los trabajadores, el mal acopio de los materiales, por error de pedidos, así mismo en el proceso constructivo se detectó la presencia de inconformidades de materiales, también se observó que en la etapa de acabados se ve pérdidas por el mal dimensionamiento de cerámica, etc. De igual importancia, se observó que muchas de la falta de productividad de la empresa se deben a la demora de transporte de materiales y maquinaria, teniendo como principal factor la demora en cargar materiales por parte de los proveedores y operadores.

Finalmente, la última causa raíz encontrada es la falta de planificación, debido a la limitación de recursos humanos, técnicos y económicos, cabe recalcar, el área de planeación es la segunda causa raíz que mayor pérdida presenta según la figura 14, debido principalmente a que no se cuenta con un sistema que organice y evalúe los procesos constructivos o realice la gestión de los proyectos. En cuanto a los materiales y equipos, las actividades relacionadas tienen que ver con la calidad de las materias primas, control de inventario, almacenamiento, supervisión y en el caso específico de los equipos en establecer programas de supervisión y mantenimiento de los mismos.

### **3.2.6. Priorización de causas raíces**

Para la priorización de causas raíces se utilizó los factores del dentro de la empresa como mano de obra, materiales, maquinaria, medio ambiente, métodos, mediciones donde podemos identificar diferentes causas que generan desperdicios dentro de la organización para luego realizar el diagrama Pareto. Una vez ya expuestas las causas se realizó una encuesta a los trabajadores y gerente general de la empresa para luego identificar las actividades que generan pérdidas así poder determinar las causas más apremiantes y poder reducir los desperdicios para luego aumentar la productividad del área de gestión de la empresa ARCOS EIRL.

A continuación, se presenta los resultados de la encuesta:

Tabla 13.

*Matriz de Priorización*

CAUSAS			PERDIDAS FRECUENTES	%
MANO DE OBRA	CR1	Falta de personal Capacitado	S/. 4,950.02	44%
MEDICION	CR2	Falta de Estandarización	S/. 870.00	51%
MAQUINARIA	CR3	Falta de mantenimiento	S/. 483.00	56%
METODOS	CR4	Falta de gestión de inventario	S/. 202.00	57%
MATERIALES	CR5	Perdida de materiales	S/. 753.85	64%
	CR6	Demora en trasporte de materiales	S/. 1,378.00	76%
MEDICIÓN	CR7	Falta de planificación	S/. 2,700.00	100%
<b>TOTAL, GENERAL</b>			<b>S/ 11,336.87</b>	

Fuente: Elaboración Propia

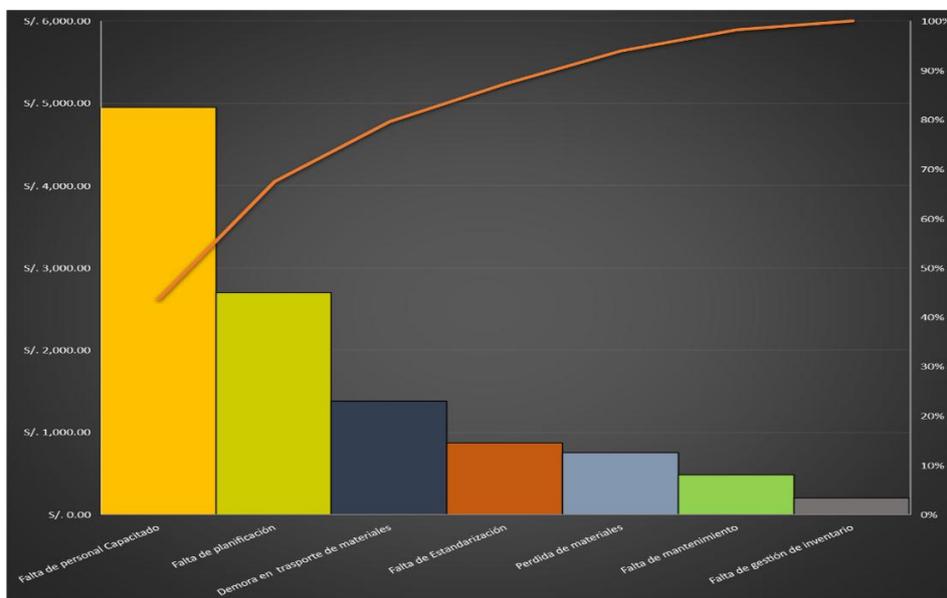


Figura 14. Matriz de priorización

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la figura presentada, las causas que más pérdidas generan a la empresa son CR1: falta de personal capacitado se tiene conocimiento que la empresa no posee un filtro o requerimientos específicos para puestos de trabajo, asimismo también se halló que CR2 la falta de estandarización en los proceso de construcción se determina en un factor que contribuye a las pérdidas que tiene la empresa ,como CR3 tenemos como la falta de mantenimiento, por otro lado se encontró también CR4 como la falta de gestión de inventarios, ,de igual forma el CR5 perdidas de materiales tenemos como principales actividades como corte por mal dimensionamiento, trabajos mal hechos, mal acopio, error en pedidos, Mala calidad del material, materiales con defectos, cambio de diseño, uso incorrecto defectos, uso incorrecto de materiales, falta de plan de manejo de residuos sólidos, errores en los planos estos son las actividades que frecuentemente encontramos y que generan perdidas ,de la misma forma el CR6 demora de llegada de materiales según la encuesta pudimos determinar el personal de recepción de materiales tarda mucho en entregar los pedidos que realizan la empresa durante la ejecución de proyectos, pudimos determinar 10 subactividades que generan gran perdida en la empresas estas son , retroceso, retrasos en las actividades, movimientos innecesarios, errores, trabajos sin hacer, trabajos innecesarios, perdida de materiales, deterioro de materiales que al empresa genera cuantiosas pérdidas económicas y finalmente tenemos a CR7 falta de planificación.

### **3.2.7. Resumen del Diagnóstico**

#### **a) Valuen Stream Mapping de la gestión de proyecto**

Una de las grandes ventajas que nos brinda la herramienta de valué stream mapping es el hecho de poder observar, identificar, detectar puntos de ineficiencia, muda o desperdicios en las actividades realizadas por la empresa. El trazado es una manera de

poder entender y analizar la información obtenidas durante nuestro proceso de observación y análisis conforme a estándares comunes. La obtención de información ayuda para el análisis correspondiente a la empresa detallando hasta los más irrelevantes.

EL mapa de valor de la empresa Arcos presenta una peculiaridad, esta sigue un conjunto de actividades que intervienen dentro del área de gestión de proyecto donde existen actividades como la planeación de proyectos pasando a diseño de ingeniera, hasta dirección administrativa y cada una de estas actividades tienen más sub actividades .

El primer proceso identificado en el VSM de la Constructora Arcos es la preparación del proyecto, este tiene que ver específicamente con la elaboración de planos de ingeniería conceptual, estimación de costos, y análisis financiero, en esta etapa participan 1 personas quien está encargada de realizar los planos. Diseño, esta etapa inicial tiene una duración aproximada de 5 días.

El próximo proceso es el diseño del proyecto que básicamente corresponde a la preparación de la ingeniería de detalle, elaboración de planos de ingeniería, instalaciones sanitarias, acueducto, eléctricas, layouts, etc; donde están contenidos todos los requerimientos y especificaciones técnicas para construir la obra; en esta etapa participan 1 funcionarios bajo la supervisión del encargado de gestión de proyectos, este proceso dura en media 5 días.

Una vez elaborados los planos es necesario pasar por la aprobación de las autoridades oficiales, quienes van a solicitar el trámite de licencias y permisos que garanticen el cumplimiento de las normas técnicas, sísmicas y ambientales necesarias para el comienzo de la obra. Para la preparación de esa documentación se requiere 2

funcionarios del área de gestión de proyecto, llevar a cabo este proceso va depender de los plazos oficiales y pueden llevar hasta 15 días. Los proyectos deben seguir la normatividad del Reglamento Nacional de Edificaciones, RNE, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

El encargado del área de gestión de proyecto se pone en contacto con los proveedores para realizar los pedidos de materiales, quienes realizan el envío de acuerdo a las cantidades y plazos solicitados por las jefaturas de diseño y obras. Los materiales llegan a la empresa y deben ser ingresados al inventario.

Obtenidas las licencias y permisos, se puede dar comienzo la ejecución de la obra, dentro de esta existen subprocesos como son: excavaciones, estructuras, mampostería, instalaciones y acabados. En la ejecución de la obra participan más de 15 personas divididos en diferentes áreas, todas ellas coordinadas por la jefatura de obras. El tiempo para concluir una obra va depender de varios factores como el tipo y tamaño del proyecto, retrocesos, fallos, etc. El tiempo promedio de construir una casa es de 65 días, sin embargo, en estas etapas se encontró la existencia de pérdida de materiales, procesos no estandarizados, actividades que generan pérdidas, Hora hombre perdidas, Falta de capacitación, falta de mantenimiento, desgastes anormales de maquinaria, existencia de inventarios, etc.

Finalizado el proceso constructivo, se hace una rápida revisión interna para detectar fallas y si es necesario corregirlas, además debe realizarse el cierre financiero y se procede a entregar la obra al cliente. Este proceso es rápido y dura máximo 3 días y la responsabilidad de la entrega es de gerencia.

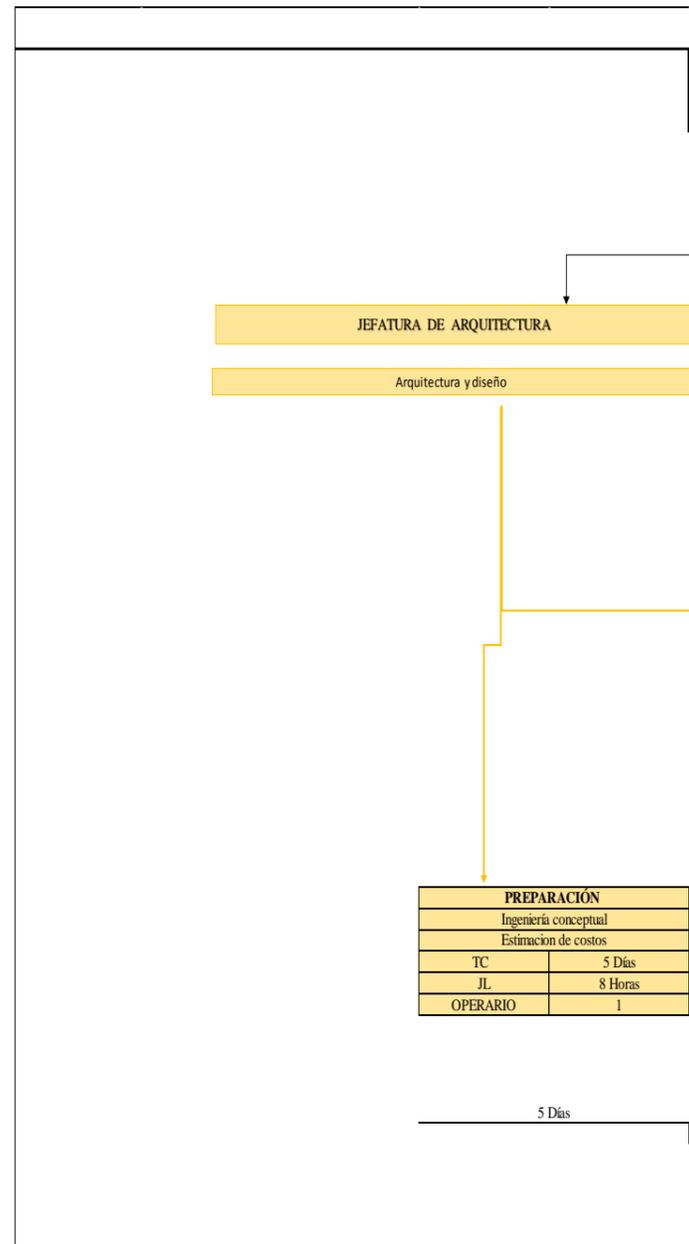


Figura 15. Valuen stream Mapping del área de gestión de proyectos

Fuente. Elaboración propia

### **3.2.8. Resumen de perdidas Monetarias y materiales por cada CR**

#### **3.2.8.1. CR1 Falta de personal Capacitado**

##### **❖ Descripción de la causa raíz**

La falta de capacitación del personal, se toma en cuenta para empresa como una pérdida dado que su eficiencia y productividad disminuye, también genera que la empresa tenga que invertir más ya sea en arreglar esos inconvenientes o rehacer tareas, también genera pérdidas de tiempo que se tiene el operario u otros trabajadores externos al área para encontrar un material necesario, herramientas, métodos. Así mismo la falta de capacitación del personal viene causando perdidas en la utilización de materiales donde se observó que el trabajador no posee conocimiento para tener su ambiente de trabajo ordenado y no mezclar la materia prima con desperdicios del proceso de albañilería, también se observó que el personal no posee conocimiento respecto a la utilización y manejo correcto de maquinaria provocando que muchos de estos tengan desgastes anormales. Por otro lado, también se evidencian las falencias en el proceso de almacenar materia prima, el descargue de esto, y finalmente las correcciones de diseño, que muchas veces se observó que siguen por acciones propias y no por indicaciones del arquitecto o jefe a cargo.

##### **❖ Perdidas Monetarias**

Para el cálculo de las pérdidas, se tomó en consideración el costo por partida de cada trabajador que labora en la empresa y el tiempo extra que utilizan para las correcciones a realizar por defecto, esperando material,

modificación por el diseño y finalmente por modificaciones por error de construcción.

A continuación, se presenta los cálculos realizados en las siguientes tablas:

Tabla 14.

*Costos Monetaria por Falta de capacitación*

<b>TRABAJADORES</b>	<b>SUELDO TOTAL</b>	<b>COSTO DE MANO DE OBRA POR PARTIDA</b>
AREA		
ÁREA DE GESTIÓN DE PROYECTOS	S/1,600.00	S/1,600.00
GERENCIA	S/1,800.00	S/1,800.00
CAPATAZ	S/6,636.00	S/1,080.00
SUPERVISOR	S/6,756.00	S/1,100.00
OPERARIO	S/6,134.40	S/1,000.00
OFICIAL	S/5,867.52	S/960.00
PEON	S/5,856.24	S/960.00
COSTO TOTAL		S/34,650.16
COSTO PROMEDIO		S/4,950.02

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Propuestas de Mejora**

Debido a los resultados encontrados en nuestra investigación, se encontró que la forma de desarrollar cada uno de los proyectos de la constructora teniendo encuentra los factores como el método, el proceso de albañilería, a la falta de conocimiento para desarrollar el proceso de almacenamiento de materia prima, el descargue de materiales, la utilización de máquinas y equipos durante el proceso de construcción son altamente inadecuado causando perdidas monetarias. Por este motivo, es necesario proponer medidas y soluciones que mejores los conocimientos y la prevención de pérdidas de materiales, desgastes anormales de maquinaria, etc. Por lo tanto, es habitual presentar las propuestas a

medida que mitiguen tal impacto negativo a la empresa entre ellas proponemos

la capacitación del personal en los siguientes temas: Productividad de obra, comunicación asertiva, utilización de equipos y maquinaria, objetivo de implementación de mantenimiento de maquinaria y equipos, fundamentos de la filosofía lean, fundamentos de la gestión y aseguramiento de la calidad, auditorías internas en gestión de la calidad en obra.

A continuación, se presentará los costos por la capacitación del personal que se está proponiendo a invertir a la empresa constructora Arcos EIR.

Tabla 15.

*Costos Monetaria por Capacitación del Personal*

PRESUPUESTO DE CAPACITACIÓN							
CAPACITACIÓN	TEMAS	INSTITUCIÓN	DIRIGIDO	DURACIÓN (H)	COSTO INDIVIDUAL	PARTICIPANTES ANTES	COSTO TOTAL
Productividad	Productividad de obra	ISIL, SENATI	Plana de obrero,	1	S/60.00	20	S/1,200.00
Comunicación	Comunicación Asertiva	COLEGIO DE INGENIEROS	operario, oficial, gerente, maestro de obra, supervisor	1	S/50.00	20	S/1,000.00
Gestión de mantenimiento	Utilización de equipos y maquinarias Objetivo de implementación de mantenimiento de maquinaria y equipos	ISIL	Operario, Gerente general	2	S/350.00	2	S/700.00
Filosofía lean	Fundamentos de la filosofía lean	SENATI	Plana de obrero, operario, oficial, gerente, maestro de obra, supervisor	2	S/150.00	20	
Aseguramiento de la calidad	Fundamentos de la Gestión y Aseguramiento de la Calidad Auditorías Internas en Gestión de la Calidad en obra	CAPECO, SGS	Gerente, supervisor, capataz, y maestro de obra	1	S/120.00	3	S/360.00
TOTAL				7	S/730.00		S/3,260.00

Fuente: elaboración propia

### Evaluación del beneficio de la Programa de capacitación

Para evaluar el aumento se evalúa de la productividad en correlación a la aplicación de este programa de capacitación se evaluó las perdidas actuales que tiene la empresa y los beneficios que obtendrían al aplicarlo, Por ello después de realizar una capacitación idónea se tiene que la productividad del operario es de 97% metros<sup>2</sup>/horas- hombre, evidenciándose una mejora. Así mismo la variación entre el actual y el mejorado es de un 11 %, esto se puede evidenciar en la tabla 16.

Por otro lado, una vez realizado las capacitaciones idóneas se tiene que la productividad del operario es de 21.25 m<sup>2</sup>/horas-hombre, por los 30 días que duraría el proyecto, evidenciándose una mejora. Así mismo la variación entre el actual y el mejorado es de un 16%, esto se puede evidenciar en los anexos 06.

Finalmente, se obtuvo un ROI de 2.32 esto quiere decir que fue rentable hacerlo. Esto se puede evidenciar en los anexos 7 y la tabla 16.

Tabla 16.

#### *Beneficio de la capacitación*

<b>Beneficio de la capacitación</b>	
Perdida Monetaria Actual	<b>S/ 4,950.02</b>
Pérdida Monetaria con Capacitación(38.1% de efectividad)	<b>S/ 3,059.11</b>
Beneficio	<b>S/ 1,890.91</b>
<b>Costos totales de capacitación</b>	
	<b>S/ 815.00</b>

Tabla 17.

*Indicador de aumento de productividad en el área de gestión de proyecto*

CRITERIO/INDICADOR	ANTES	DESPUES	MEJORA/BENEFICIO
<b>Pérdida Monetaria</b>	S/ 4,950.02	S/ 3,059.11	S/ 1,890.91
<b>Eficiencia de los Operarios</b>	86%	97%	11%

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.8.2.CR 2 Falta de proceso estandarizado

#### ❖ Descripción de la causa raíz

Por otro lado el proceso de estandarización es sumamente importante dado que ayuda a la delegación de actividades a la ejecución de tareas, documentando los materiales, la secuencia, los equipos, entre otros por lo tanto durante la visita realizada a la empresa se identificó, que los proceso más sencillos como planeación y preparaciones de proyecto, diseño, aprobación, ejecución de obra hasta el cierre no poseen un proceso identificado , por otra parte su productividad durante el proceso de construcción es carente , como también la falta de delegación y duplicidad de actividades, dentro de obras de albañilería.

#### ❖ Perdidas Monetarias

Para el cálculo de las pérdidas la causa se tuvo en consideración desde la planeación y preparación de proyectos, teniendo en consideración las implicancias de diseño , aprobación y permisos , la ejecución de obras y la entrega.

A continuación, se presenta los cálculos realizados en las siguientes tablas:

Tabla 18.

*Costos Monetaria por Falta de proceso estandarizado*

PRODUCTO	PROCESO	DESCRIPCIÓN	COSTO POR QUINCENA	TIEMPO ESTÁNDAR APROX. (DIAS)	TOMA DE TIEMPOS APROX. (DIAS)	DIFERENCIA DE TIEMPOS EN (DIAS)	COSTO POR DIFERENCIA DE DIAS	COSTO
OBRAS DE LA EMPRESA	PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE PROYECTOS	Gestiona y realizan la preparación de los proyectos tomando en cuenta las siguientes actividades, revisar objetivos, lineamientos, identifican personal y materia prima hasta presentar la aprobación de tal proyecto	350.00	10	20	10	S/80.00	S/ 1,200.00
	DISEÑO DE INGENIERIA	Detalla y determina las especificaciones técnicas, desde normas y códigos, de materiales, maquinaria, etc.	350.00	15	20	5	S/20.00	S/ 300.00
	APROBACIÓN Y PERMISOS	Es la preparación de documentación y estudios para la aprobación, licencias ambientales, licencia de construcción, financiamiento de proyecto.	350.00	20	30	10	S/50.00	S/ 750.00
	EJECUCIÓN DE LA OBRA	Consiste en realizar el proyecto desde la compra de materiales, recibimiento de materiales, excavaciones, intervienen en la ejecución de actividades como excavaciones de zanjas hasta el proyecto terminados consistiendo en acabados.	450.00	65	60	5	S/120.00	S/ 1,800.00
	ENTREGA DE OBRA	Consiste en realizar una inspección de calidad de la obra pasando por actividades como correcciones, cierre financiero, entrega a al cliente, etc.	20.00	10	15	5	S/20.00	S/ 300.00
TOTAL					<b>145.00</b>	<b>35.00</b>	<b>290.00</b>	<b>S/ 4,350.00</b>
							<b>COSTO PROMEDIO</b>	<b>S/ 870.00</b>
Fuente:			Elaboración					propia

### 3.2.8.3.CR3 Falta de mantenimiento

#### ❖ Descripción de la causa raíz

Actualmente la empresa cuenta con una serie de equipos y herramientas que se utilizan en el proceso de construcción, sin embargo durante nuestra investigación se detectó que la mala manipulación de los trabajadores genera desgastes anormales en estos equipos, obteniendo paradas y demora en el proceso constructivo, por ello también se detectó no existe control de uso de equipos y maquinaria estos utilizan sin tener en cuenta la correcta forma de la manipulación donde se observó que muchos sobreesfuerzan a una capacidad no permitida por parte de fabricante determinado que muchos se ven incapacitados para la utilización, también se identificó que la empresa no cuenta con plan de mantenimiento.

#### ❖ Perdidas Monetarias

Para el cálculo de las pérdidas la causa se tuvo en consideración desde el costo de mano de obra para la reparación, el costo de búsqueda de piezas, los materiales a utilizar para la reparación de equipos, el transporte de estos al lugar de reparación, el lubricante y el costo por el tiempo perdido.

A continuación, se presenta los cálculos realizados en las siguientes tablas:

Tabla 19.

*Costos Monetaria por Falta de Mantenimiento*

EQUIPOS	COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTO	COSTO POR BUSQUEDA DE PIEZAS	MATERIA LES Y HERRAMIENTAS	TRASPORTE AL LUGAR DE REPARACIÓN	LUBRICANTES	COSTO DE TIEMPO DE PRODUCCION PERDIDO
Volquetes	S/600.00	S/100.00	S/60.00	S/100.00	S/108.00	S/200.00
Hormigoneras o Mezcladoras	S/200.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/60.00	S/150.00
vibro compactadores	S/200.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/60.00	S/150.00
Moledora	S/60.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/15.00	S/80.00
taladros	S/60.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/15.00	S/80.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/1,120.00</b>	<b>S/300.00</b>	<b>S/260.00</b>	<b>S/300.00</b>	<b>S/258.00</b>	<b>S/660.00</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/2,898.00</b>					
<b>COSTO PROMEDIO</b>	<b>S/483.00</b>					

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Análisis de criticidad de Maquinarias**

- ❖ Según Oliverio (2005) , en el curso de gestión moderna de mantenimiento nos dice que la matriz de criticidad, o matriz de riesgo, es una herramienta que ayuda las empresas y sus plantas a evaluar el nivel de criticidad de un determinado riesgo, y a jerarquizar las instalaciones y equipo en función de su impacto global con el fin de tomar decisiones, para controlar los fallos potenciales, anticiparlos y eliminarlos. Para ello nuestro análisis se basó en los siguientes datos obtenidos por la entrevista realizada. Esto se puede visualizar en la siguiente tabla .. donde se identificó un total de 30 fallas a lo largo de las diferentes etapas de ejecución de obra, cuales se ha clasificado nuevamente ahora por el nivel de criticidad, el cual nos llevará a

calcular las horas totales de paras no programadas. Esto se puede visualizar en la siguiente tabla 20.

Tabla 20 .

*Historial de fallas de las máquinas y equipos.*

EQUIPOS	FRECUENCIA DE FALLAS	HORAS DE INOPERATIVIDAD POR PARTIDAS	HORAS TOTAL DE INOPERATIVIDAD POR PARTIDAS	HORAS PROGRAMADAS
<b>Volquetes</b>	6	6	36	240
<b>Hormigoneras o Mezcladoras</b>	8	4	32	200
<b>vibro compactadores</b>	10	5	50	180
<b>Moledora</b>	4	2	8	200
<b>taladros</b>	2	1	2	100
			128	920

Fuente: elaboración propia

Para efectuar el análisis de criticidad, se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla, y para mostrar también criterios de evaluación como, impacto ambiental, impacto a la seguridad, impacto de la producción, daños a las instalaciones, esto se puede visualizar en la figura 16.



Figura 16. Matriz de frecuencia por consecuencia

Y finalmente, para mostrar el nivel de criticidad se presentará la siguiente tabla que se puede visualizar.

Tabla 21.

*Resultados del Análisis de criticidad*

Equipos	CONCECUENCIA						Nivel de criticidad
	Frecuencia de fallas	Impacto ambiental	Impacto a la seguridad	Impacto del Producción	Daños a las instalaciones		
<b>Volquetes</b>	5	1	1	4	1	35	
<b>Hormigoneras o Mezcladoras</b>	8	1	1	4	1	56	
<b>vibro compactadores</b>	10	1	1	5	1	80	
<b>Moledora</b>	3	1	1	2	1	15	
<b>taladros</b>	2	1	1	2	1	10	
<b>Tipos de criticidad</b>	<b>RANGO</b>	<b>COLOR</b>					
<b>Alta</b>	50<=criticidad<=125						
<b>Media</b>	30<=criticidad<=49						
<b>Baja</b>	5<=criticidad<=29						

Fuente: elaboración propia

Con respecto, al tipo de criticidad hallado se evaluará según el nivel de este, alto, media, baja.

- Criticidad Alta: Según los resultados obtenidos se encontró que la maquinaria con mayor probabilidad de falla es la vibro compactadora.
- Criticidad Media: Según el resultado obtenidos se encontró existen dos maquinarias en un estado regular estas son volquetes, hormigoneras.
- Criticidad Baja: Según el resultado obtenidos se encontró existen dos maquinarias con un estado bueno estos son moledora, y taladro.

Para hallar la Disponibilidad de máquinas y equipos es necesario tener en consideración la siguiente formula:

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Tasa de Calidad}$$

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{HR PROGRAMADAS DE PRODUCCIÓN} - \text{HR PARAS NO PROGRAMADAS}}{\text{HR PROGRAMADAS DE RODUCCIÓN}} * 100\%$$

Figura 17. Formula de disponibilidad de maquinarias y equipos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{920 - 128}{920} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = 86.08\%$$

Se logró obtener según el cálculo un 94.74% de disponibilidad de planta en su producción

Tasa de Calidad:

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Tasa de Calidad}$$

En cada etapa de ejecución de obra podemos decir que el promedio mínimo de construcción es de 360 m<sup>3</sup>, de las cuales se reprocesaron un total de 87 m<sup>2</sup>. Esto se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 22.

*Datos de Tasa de Calidad*

Actividad	Área total producida m2	Área de reprocesados m2
Ejecución de obras	180	87

Fuente: elaboración propia

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Área total Producida} - \text{Área de reprocesos}}{\text{Área total Producida}} * 100\%$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{180 - 87}{180} * 100\%$$

$$\text{Tasa de calidad} = 52\%$$

## Rendimiento

Con respecto al rendimiento en el rubro de la construcción esta se mide, por la cantidad de área construida por el área de construcción planeada.

Tabla 23.

*Datos de Rendimiento en Área*

Actividad	Días de real de construcción	Días programadas de construcción
Ejecución de obras	60	90

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de Unidades}}{\text{Tiempo de Operación} \times \text{Velocidad Máxima}} = \frac{\text{Velocidad Real}}{\text{Velocidad Máxima}}$$

*Figura 18.* Formula de rendimiento de maquinarias y equipos

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Velocidad real}}{\text{Velocidad programadas}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{80}{90} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 67\%$$

Con todos los datos que se calculó se procede a calcular la fórmula del OEE

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDAD} * \text{RENDIMIENTO} * \text{TASA DE CALIDAD}$$

$$\text{OEE} = 86\% * 67\% * 52\% = 29.65\%$$

Finalmente , se observa el resultado del OEE es de 29.65 % que está por debajo al 85% el cual se toma de referencia de las empresas de clase mundial, este resultado nos indica que efectivamente existen deficiencias en la empresa ya sea por falla de maquinaria y equipos, reprocesos y entre otras causas.

Una de las herramientas fundamentales en la propuesta de un diseño de un sistema de gestión basado en la filosofía LEA para aumentar la productividad, es la implementación del mantenimiento preventivo siendo estos una herramienta fundamental para evitar pérdidas de tiempos en el proceso de construcción. Esta estrategia consiste en diagnosticar las maquinarias de la empresa para impedir que exista un accidente o mal funcionamiento repentino que implique pérdidas monetarias, tiempo, materiales y accidente del personal.

Por otro lado, la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa ayudara a incrementar la productividad en el proceso de constructivo teniendo más disponibilidad de maquinarias, así mismo esto consiste en a prolongar la vida útil de los equipos, tener proceso de calidad, promueve el mantenimiento autónomo, correcto uso de estos equipos por los trabajadores y finalmente previniendo a tiempo las fallas y perdida de estos. Este programa se trabajó de acuerdo con la información hallada, donde se conoce que la empresa no realiza mantenimiento a sus maquinarias, dado que estos solamente se limitan a realizar reparaciones cuando existen parada de estos equipos por el cual los resultados hallados pueden visualizar en la tabla n 16, en el cual se puede se tomó en cuenta lo siguiente: el costo de mano de obra directo, esto hace referencia al costo del mecánico o técnico que realizara la reparación correspondiente, por ello también se considera el costo de la búsqueda de cada pieza a reemplazar, las herramientas que se necesitan, el costo de transporte al lugar de reparación, el costo de lubricantes, y finalmente el costo por tiempo perdido.

Después de haber analizado todas las dificultades y en función de los resultados obtenidos se realizará el planteamiento de la propuesta que tendrá los siguientes objetivos:

- ❖ Minimizar al máximo las acciones correctivas de las maquinarias y equipos en el área de gestión de proyectos.
- ❖ Reducir gastos por mantenimiento y reparación.
- ❖ Aumentar la disponibilidad y productividad de las maquinarias.

Por ello también se buscará lograr la disminución de los problemas frecuentes para lograr obtener lo siguiente.

- ❖ Mejorar la disponibilidad de equipos y maquinarias.
- ❖ Mejoramiento de calidad de procesos constructivos
- ❖ Disminución de tiempos perdidos.
- ❖ Aumentar la productividad del proceso de realización del proyecto.
- ❖ Capacidad adecuada de los trabajadores para el uso adecuado de estos equipos.

En la siguiente figura 16 se encontrará la propuesta de plan de mantenimiento :

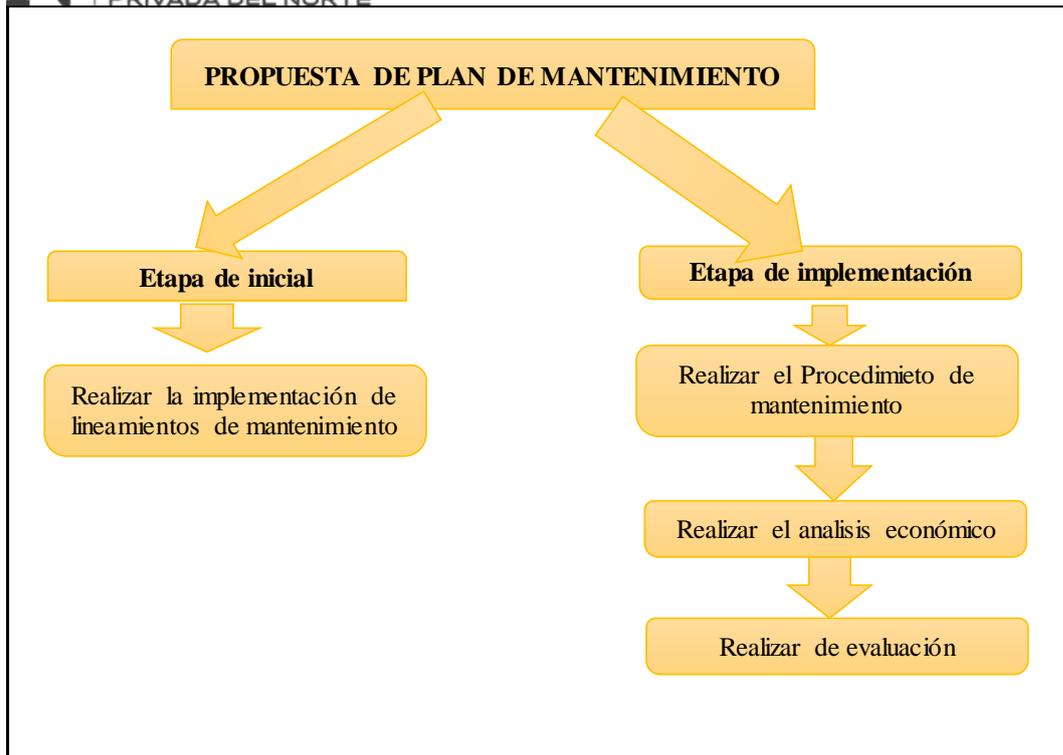


Figura 19. Propuesta de Implementación de Mantenimiento en el área de la empresa Arcos EIRL

➤ **Etapa Inicial**

Paso N° 01 : Lineamientos de mantenimiento

En cuanto a los criterios para la realización de un plan de mantenimiento, es necesario dar conocer los lineamientos para tener en claro las obligaciones y responsabilidades que adquiere la empresa para la implementación de esta propuesta y de esta manera aumentar la productividad del área de gestión de proyecto. Según la real academia española nos dice que un lineamiento es el programa o plan de acción que rige a cualquier institución, que trata de un conjunto de medidas, normas y objetivos que se deben respetarse dentro de la organización, con el objetivo de optimizar y prevenir fallas y errores futuros en los activos de empresa.

➤ **Objetivo.-** Mejorar la disponibilidad de maquinarias y equipos a menor coste posible

➤ **Objetivos específicos:**

- ✓ Mejoramiento de calidad de procesos constructivo
- ✓ Disminución de tiempos perdidos.
- ✓ Aumentar la productividad del proceso de realización del proyecto.
- ✓ Capacidad adecuada de los trabajadores para el uso adecuado de estos equipos.

➤ **Alcance**

El presente documento es la aplicación de estos lineamientos para el proceso de mantenimiento, así también le corresponde al gerente general hacer cumplir estos lineamientos

➤ **Disposiciones generales**

- ✓ La empresa, es responsable de elaborar supervisar, y conducir el plan de mantenimiento, así mismo estará comprometida en realizar mantenimiento según lo cronogramado.
- ✓ El mantenimiento incluye la realización de labores de revisión, diagnostico, limpieza y verificación del correcto funcionamiento de las maquinarias y equipos.
- ✓ La acción de mantenimiento debe contribuir a prologar la vida útil de los activos de la empresa, con la finalidad de reducir las tasas de fallas y perdidas de monetarias, materiales, maquinaria y accidentes del personal.
- ✓ Los cronogramas de mantenimiento establecidos detallan al responsable, fecha al realizar dicha acción.

- ✓ La empresa designara a una persona para el seguimiento de este programa.
- ✓ El operador destinado debe realizar un diagnóstico de los repuestos o materiales que puedan producir paros permanentes, en equipos y maquinaria.
- ✓ El personal debe realizar la limpieza de equipos, fuente de poder, etc.

### ➤ **Etapa Implementación**

#### Etapa 1. Procedimiento de mantenimiento

Para esta etapa, se realizará la propuesta de implementación de un plan de mantenimiento, como primer paso a ejecutar, es realización de un cronograma este consistirá en la elaboración de actividades de mantenimiento y la frecuencia de realizarlo durante el año. Cabe destacar que este análisis se realizó en función de los resultados obtenidos según la tabla 16, donde nos indica que el costo promedio por reparación es s/. 483, para ellos se propone la realización de un cronograma de mantenimiento, donde la primera semana década tercer mes se realizará teniendo en consideración que esto durara durante todo el año, este criterio se consideró según el análisis el estado actual de las maquinarias, donde podemos observar que los equipos se encuentran en estado regular la gran mayoría con una excepción de la vibro compactadora que su criticidad es alto.

Por otro lado, este cronograma se puede visualizar en el anexo 2. Así también se pasan a realizar fichas para la recolección de información histórica y tener información de la cantidad de mantenimientos realizado, esto se puede visualizar en el anexo 3 y 4,

#### Etapa 2. Análisis económico

Así mismo según los resultados encontrados y a la vez el haber realizado el plan de mantenimiento es necesario evaluar el coste económico que implicaría la implementación de este programa a la empresa de esta manera que esto se puede visualizar en siguiente la tabla 24. Cabe recalcar que el costo promedio sin mantenimiento es de s/. 483 y con la implementación de este programa los costos redujeron a unos/.243, reduciendo considerablemente los gastos.

Tabla 24.

*Costos Monetaria por Plan de Mantenimiento*

Rubro	Precio (S/.)	Unidad	Cantidad	Subtotal (S/.)	Responsable
Archivador para registro de mantenimiento	S/7.00	Unidad	3	S/ 21.00	RESPONSABLE GERENTE DEL ÁREA DE GESTIÓN DE PROYECTOS
Cartucho para impresora	S/35.00	Unidad	2	S/ 70.00	
Papel bond para la impresión de formatos a ser utilizados (formas de ejecución y cronogramas de mantenimiento)	S/20.00	Millar	1	S/ 20.00	
Mecánico	S/600.00	Mes	1	S/ 600.00	
Electricista	S/450.00	Mes	1	S/ 450.00	
Cajas de herramientas				S/ 300.00	
	S/ 1,461.00				
	S/ 243.50				

Fuente:

Elaboración

Propia

### Etapa 3. Evaluación del beneficio de la implementación de mantenimiento

Finalmente, esta investigación podemos decir que el beneficio por la implementación de este sistema trae consigo muchos beneficios, cabe recalcar para realizar este análisis se tomó en cuenta la siguiente información que se puede visualizar en la tabla 16. Por otro lado, se tomó en consideración como factor de realizar el mantenimiento preventivo durante un año se obtiene una reducción de costos de 100%, en nuestro caso el beneficio obtenido es de s/.985.32. Sin embargo, después de realizar el programa de mantenimiento, se obtuvo un ROI DE 17.9, esto quiere decir que fue rentable hacerlo.

Tabla 25.

*Beneficio de la implementación de mantenimiento*

**EVALUACIÓN DEL BENEFICIOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

$$ROI = \frac{\text{Beneficio (soles) del plan de mantenimiento}}{\text{Costos totales (soles) de la herramienta}} \times 100$$

ROI =	S/ 2,608.20
	S/ 1,461.00

ROI =	<b>179%</b>
-------	-------------

**Beneficio del Plan de Mantenimiento Preventivo**

<b>Perdida promedio Monetaria Actual</b>				S/ 2,898.00
<b>Pérdida promedio Monetaria con la herramienta de mejora( de Beneficio)</b>				S/ 289.80
<b>Beneficio</b>				S/ 2,608.20
<b>Costos totales promedio de Mantenimiento</b>				
	S/ 1,461.00			
	<b>Pérdida Monetaria Actual</b>	<b>Pérdida Monetaria Mejorada</b>	<b>Beneficio</b>	<b>ROI</b>
<b>[Falta de un plan de Mantenimiento</b>	S/ 2,898.00	S/ 289.80	S/ 2,608.20	S/ 1.79

Fuente:

Elaboración

Propia

#### **3.2.8.4.CR4 Falta de gestión de Inventarios**

##### **❖ Descripción de la causa raíz**

Una de las causas raíz que la empresa presento durante nuestra investigación es la falta de gestión de inventarios, donde los problemas frecuentes hallados es la falta de gestión de proveedores, materiales innecesarios almacenado, materia prima defectuosa, materiales que llegan a sobrar al culminar el proceso de ejecución de obra , muchos de estos materiales no son calculadas adecuadamente y muchos de estos productos terminan caducando como el cemento, pegamento,etc.

##### **❖ Perdidas Monetarias**

Para el cálculo de la perdida monetaria de la causa de productos innecesarios en el almacén, se tuvo en consideración algunos materiales considerando la cantidad de stock, productos con fecha de caducidad, deterioro y materiales sobrantes en el proceso de ejecución de obra, y los precios unitarios para poder calcular su pérdida total a continuación se presenta la siguiente tabla.

Tabla 26.

*Costos Monetaria por Falta de gestión de inventarios*

MES	COSTO DE INVENTARIO Y ALMACENAMIENTO				PERDIDA	PERDIDA
	NOMBRE	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO DE COSTO		
ENERO	Clavos de 51, 76 y 102 mm (2, 3 y 4 ")	3	Kg	S/ 5.00	S/ 15.00	<b>S/ 56.50</b>
	Codo 13 mm.bronce laton.	5	Unidad	S/ 3.50	S/ 17.50	
	Codo cobre 13 mm.	6	Unidad	S/ 4.00	S/ 24.00	
FEBRERO	Codo HH 90/87,30 100/110 mm. PVC (desag • üe).	4	Unidad	S/ 4.60	S/ 18.40	<b>S/ 54.40</b>
MARZO	Alambre de cobre desnudo	3	Kg	S/ 12.00	S/ 36.00	<b>S/ 162.50</b>
	Alambre galvanizado Nro. 16/14 (en rollo)	5	Kg	S/ 24.00	S/ 120.00	
ABRIL	Lijas de techo	17	Unidad	S/ 2.50	S/ 42.50	<b>S/ 283.60</b>
	Clavos de 2 1/2'	3	Kg	S/ 4.80	S/ 14.40	
	Sicromato industrial (chemisa)	4	Galon	S/ 36.90	S/ 147.60	
MAYO	Tubos de luz de 1 1/2'	8	Unidad	S/ 15.20	S/ 121.60	<b>S/ 141.00</b>
	Union de luz sel de 1 1/2"	2	Unidad	S/ 1.50	S/ 3.00	
	Tejido mosquitero (malla bronce americano Nro. 12)	3	Baldes	S/ 12.00	S/ 36.00	
JUNIO	Tejuela cerámica (comun en fabrica)	3	Cajas	S/ 34.00	S/ 102.00	<b>S/ 168.00</b>
	Cemento	3	Unidad	S/ 25.00	S/ 75.00	
	Clavos de 2 1/2'	8	Kg	S/ 6.00	S/ 48.00	
JULIO	Sicromato industrial (Chemisa)	1	Galon	S/ 45.00	S/ 45.00	<b>S/ 696.00</b>
	Tubos de luz1 1/2'	3	Unidad	S/ 37.00	S/ 111.00	
	Varillas de fierro	5	Unidad	S/ 117.00	S/ 585.00	
AGOSTO	Alambre recocido calibre 18.	4	Kg	S/ 18.00	S/ 72.00	<b>S/ 102.00</b>
	Tubería durafort pvc 8" DE 200 MM	3	Unidad	S/ 10.00	S/ 30.00	
SETIEMBRE	Tuberías PVC 8" DE 200 MM	2	Unidad	S/ 8.00	S/ 16.00	<b>S/ 37.00</b>
	Varilla # 2 (1/4") X 6 m	1	Unidad	S/ 21.00	S/ 21.00	
OCTUBRE	Tubo desagüé	3	Unidad	S/ 23.00	S/ 69.00	<b>S/ 132.00</b>
	Poliestireno	3	Unidad	S/ 21.00	S/ 63.00	
NOVIEMBRE	Perfiles metalcom	6	Unidad	S/ 45.00	S/ 270.00	<b>S/ 270.00</b>
DICIEMBRE	Mortero	40	Unidad	S/ 1.90	S/ 76.00	<b>S/ 321.00</b>
	Hormigón	1	M3	S/ 50.00	S/ 50.00	
	Cerámica	1	Baldes	S/ 40.00	S/ 40.00	
	Madera	2	Cajas	S/ 60.00	S/ 120.00	
	Impermeabilizante	1	Unidad	S/ 35.00	S/ 35.00	
	<b>TOTAL</b>	<b>153</b>	<b>-</b>	<b>S/ 722.90</b>	<b>S/ 2,424.00</b>	<b>S/ 2,424.00</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>14</b>		<b>S/65.72</b>	<b>S/202.00</b>	<b>S/202.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ **Plan de mejora**

Si bien es cierto, con los resultados obtenidos podemos decir que la empresa tiene un costo promedio de s/.202 por cada material en inventario, como es habitual una vez hallado la falencia es necesario presentar un plan de mejora a medida que mitiguen tal impacto negativo. Por ello proponemos la utilización de fichas para tener control del material almacenado, esto se puede visualizar en el anexo 11y 12.

### **3.2.8.5.CR5 Pérdida de materiales**

#### ❖ **Descripción de la causa raíz**

Uno de los mayores problemas causados por la industria de la construcción es las pérdidas consecutivas de materiales, esto genera que muchas veces se tenga que invertir un costo mayor al presupuesto destinado, por otro lado muchos de estos problemas se debe a actividades humanas como el mal dimensionamiento , errores de trabajos, mal acopio de materiales, la mala calidad de materiales, los cambios por productos defectuoso, la falta de controles de uso adecuado de materiales, la falta de supervisión a campo, por imprevisto de obras.

#### ❖ **Perdidas Monetarias**

Para el cálculo de las pérdidas la causa se tuvo en consideración las actividades de los trabajadores con mayor frecuencia producen falencias y pérdidas durante el proceso de construcción .

A continuación, se presenta los cálculos realizados en las siguientes tablas:

Tabla 27.

*Costos Monetaria por perdida de materiales*

ACTIVIDADES QUE PROVOCAN PERDIDAS EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	% PORCENTAJE	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL	FRECUENCIA DE PERDIDA DE MATERIAL POR ACTIVIDADES
Corte por mal dimensionamiento	14%	S/30.00	S/270.00	9
Trabajo mal hecho	16%	S/100.00	S/1,000.00	10
Mal acopio	13%	S/300.00	S/2,400.00	8
Transporte de materiales a la obra	8%	S/200.00	S/1,000.00	5
Error en pedido (Tipo y/o cantidad)	11%	S/120.00	S/840.00	7
Mala calidad del material	8%	S/120.00	S/600.00	5
Materiales con defectos	6%	S/50.00	S/200.00	4
Cambios de diseño	2%	S/250.00	S/250.00	1
Uso incorrecto de materiales	9%	S/100.00	S/600.00	6
Actos criminales (daños, robos)	3%		S/0.00	2
Daño Causado por tráfico continuo	3%	S/150.00	S/300.00	2
Falta plan de manejo de residuos	6%	S/500.00	S/2,000.00	4
Error en los planos o especificaciones	2%	S/340.00	S/340.00	1
<b>TOTAL</b>			<b>S/9,800.00</b>	<b>64</b>
		<b>COSTO PROMEDIO</b>	<b>S/753.85</b>	

Fuente: Elaboración Propia

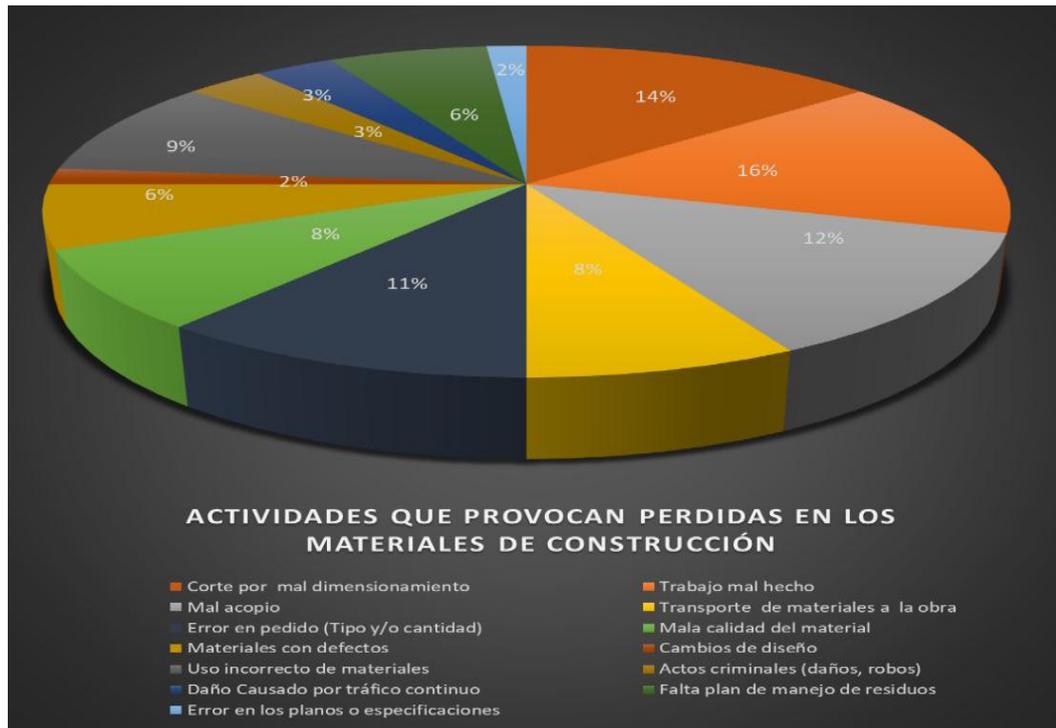


Figura 20. Perdidas de Materiales

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Plan de mejora

En cuanto a esta causa raíz , proponemos la aplicación de las metodologías japonesa 9”S”, para ello es necesario crear un manual donde los trabajadores puedan entender los procedimientos, los beneficios, el compromiso en su aplicación en el área de gestión de proyectos, para ello una forma de aplicación viene siendo en las oficinas de obra, donde ayuda a tener grandes ventajas, esto beneficia en mejorar la limpieza y organización de los puntos de trabajos pendientes, y futuros, facilitara en obtener el compromiso de los trabajadores, fomenta la disciplina y crea ambientes propicios y adecuados de trabajo. Finalmente, este manual se podrá visualizar en el anexo 13.

### **3.2.8.6.CR6 Demora de los materiales**

#### **❖ Descripción de la causa raíz**

Durante nuestra investigación realizada, se encontró que muchas de las falencias se deben también por la demora de los materiales, por ellos el trabajador pierde dos horas por 4 trabajadores que laboran en dicha área por esperar la llegada de materiales ( Bodega ), y el transporte de dicha materia a la zona correspondiente donde se llevara acabo la ejecución del proyecto, así mismo se tomó en cuenta el costo monetario por demora de equipos y maquinaria siendo estos muy importante para el proceso de construcción.

#### **❖ Perdidas Monetarias**

Para el cálculo de las pérdidas la causa se tuvo en consideración los materiales que se necesitan y según la cantidad a transportar, los equipos y herramientas que se utilizara durante cada jornada de trabajo y según la permanecía de la realización del proyecto .

A continuación, se presenta los cálculos realizados en las siguientes tablas:

Tabla 28.

*Costos Monetaria por Demora de materiales*

MES	MATERIAL TRANSPORTADO				COSTO DE TRANSPORT E POR UNIDAD	PERDIDA
	FECHA	MATERIA L	CANTIDA D	UNIDA D		
JUNIO	15/06/2018	Tubos de agua	50	unid	S/50.00	S/740.00
	10/06/2018	Arena	10	cubos	S/150.00	
	10/06/2018	Mortero	5	millares	S/230.00	
	10/06/2018	Fierros	120	unidad	S/80.00	
	25/06/2019	Tubos eléctrico	80	unidad	S/30.00	
	17/06/2018	cemento	300	bolsa	S/200.00	
JULIO	25/07/2019	madera	40	tablas	S/350.00	S/350.00
AGOSTO	1/08/2019	Mortero	8	millares	S/400.00	S/550.00
	6/08/2019	Arena	6	cubos	S/150.00	
SETIEMBRE	15/09/2019	Madera	30	unidad	S/400.00	S/520.00
	6/09/2019	Fierros	30	unidad	S/120.00	
OCTUBRE	1/10/2019	cemento	30	unidad	S/200.00	S/280.00
	2/10/2019	arena	5	cubos	S/80.00	
TOTAL			<b>714</b>	-	<b>S/2,440.00</b>	<b>S/2,440.00</b>
PROMEDIO MENSUAL			142.8		S/488.00	S/488.00

Fuente: Elaboración Propia

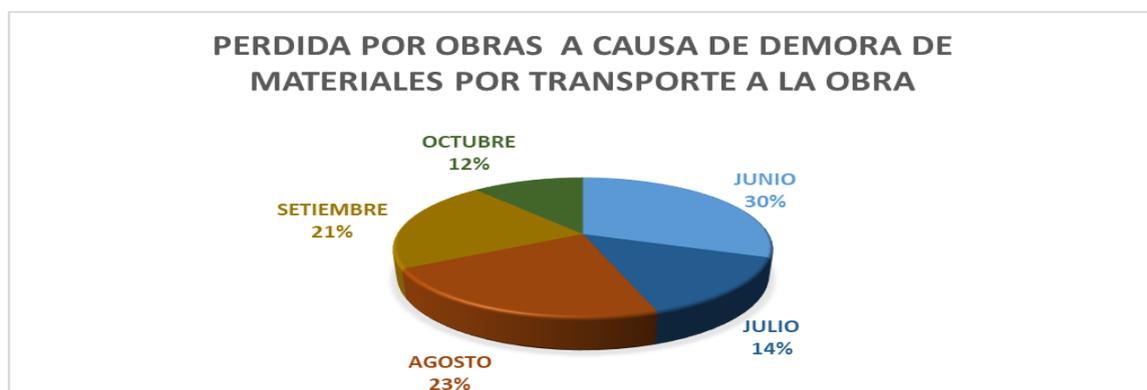


Figura 21. Perdidas por obras por el trasporte materiales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29.

*Costo por transporte de maquinaria*

EQUIPOS Y MAQUINARIA TRANSPORTADO				COSTO DE TRANSPORTE POR UNIDAD	PERDIDA
FECHA DE USO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD		
JUNIO	Volquetes	1	unid	S/800.00	S/1,250.00
	Hormigoneras o Mezcladoras	1	unid	S/450.00	
JULIO	vibro compactadores	1	unidad	S/450.00	S/530.00
	Moledora	4	unidad	S/40.00	
	taladros	4	unidad	S/40.00	
<b>TOTAL</b>					S/890.00
<b>PROMEDIO</b>					S/1,378.00

Fuente: Elaboración Propia



Figura 22. Perdida por obra por transporte de maquinaria

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.8.7.CR7 Falta de planificación

#### ❖ Descripción de la causa raíz

Previsión de inversión en mano de obra actualmente la plantilla de la empresa Arcos para la asignación y planificación de horas y de materiales son sumamente inadecuadas, como se tiene entendido existen perdidas 24 horas hombres durante la ejecución de obra, teniendo en cuenta que se pierde 8 horas por 4 trabajadores en la espera de materiales, 4 horas más en la modificación de diseño y finalmente 12 horas para las modificaciones por errores de construcción, por lo que el cálculo de los costes de la mano de obra es elevados, teniendo en cuenta la mala planificación de cuadrillas, y perdida de hora por la falta de planificación de personal.

#### ❖ Perdidas Monetarias

Para el cálculo de las pérdidas la causa se tuvo en consideración las horas planificadas y las producidas por los 15 trabajadores que laboran en la ejecución de obras.

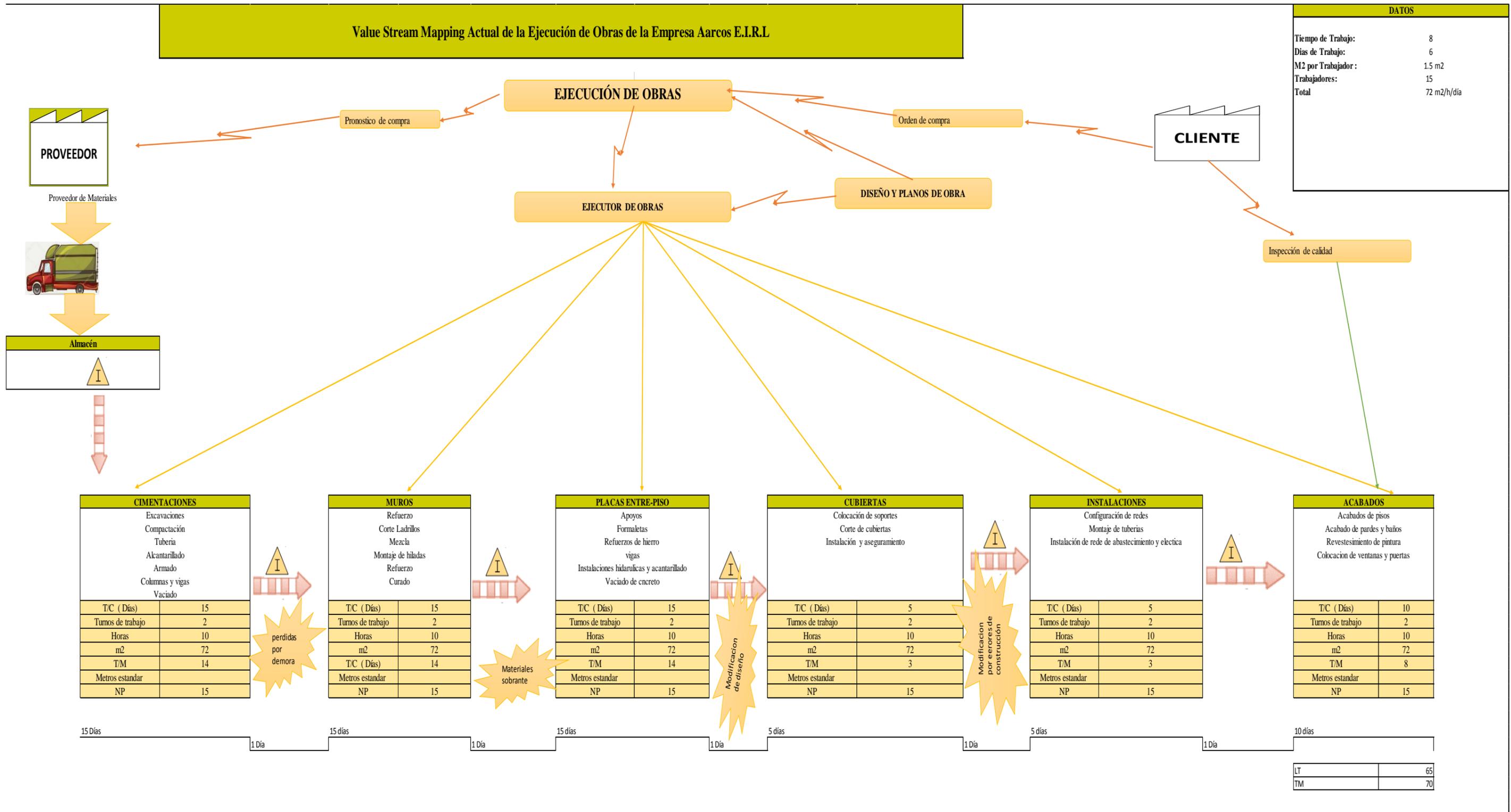


Figura 22. Perdida por Falta de planificación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30.

## Costo por Falta de planificación

N° DE PARTIDAS	PARTIDAS	N° OPERARIO	TIEMPO ESTÁNDAR APROX. (DIAS)	TOMA DE TIEMPOS APROX. (DIAS)	DIFERENCIA DE TIEMPOS EN (DIAS)	COSTO POR DIFERENCIA DE DIAS	LUCRO CESANTE (m2 trabajados)	INTERVENCIÓN
1	<b>CIMENTACIONES</b>							
	Excavaciones (m3*6 trabajadores*8 horas laboral)	15	13	15	2	S/90.00	S/2,700.00	Peón, oficial, oficial y capataz
	Compactación (m3)							
	Tubería (puntos)							
	Alcantarillado (puntos)							
	Armado (Unidad*día)							
	Columnas y vigas (unidad*día)							
	Vaciado (trabajadores)							
2	<b>MUROS</b>							
	Refuerzo (unidad)	15	14	15	1	S/90.00	S/1,350.00	Peón, oficial, oficial y capataz
	Corte Ladrillos							
	Mezcla							
	Montaje de hiladas							
3	<b>PLACAS ENTRE-PISO</b>							
	Apoyos	15	13	15	2	S/90.00	S/2,700.00	Peón, oficial, oficial y capataz
	Formaletas							
	Refuerzos de hierro vigas							
	Instalaciones hidráulicas y alcantarillado							
	Vaciado de concreto							
4	<b>CUBIERTAS</b>							
	Colocación de soportes	15	3	5	2	S/90.00	S/2,700.00	Peón, oficial, oficial y capataz
	Corte de cubiertas							
	Instalación y aseguramiento							
5	<b>INSTALACIONES</b>							
	Configuración de redes	15	3	5	2	S/90.00	S/2,700.00	Peón, oficial, oficial y capataz
	Montaje de tuberías							
	Instalación de rede de abastecimiento y electica							
6	<b>ACABADOS</b>							
	Acabados de pisos	15	10	13	3	S/90.00	S/4,050.00	Peón, oficial, oficial y capataz
	Acabado de paredes y baños							
	Revestimiento de pintura							
	Colocación de ventanas y puertas							
	<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>288</b>	<b>328</b>		<b>S/40.00</b>	<b>S/540.00</b>	<b>S/16,200.00</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>12</b>		<b>S/. 1.48</b>	<b>S/. 90.00</b>	<b>S/. 2,700.00</b>

Una vez realizado el diagnóstico y haber identificado que la mayor dificultad en la Constructora Arcos es la falta de un sistema de planificación, en especial por no contar con un sistema de control de pérdidas o no conformidades. Para comenzar realizamos una revisión sobre los sistemas de planificación comparando la planificación tradicional y planificación lean. En la Figura 20, se presentan los dos sistemas de planificación simbolizados gráficamente con tres conjuntos. Cada conjunto representa lo que Alarcón denomina los tres estados teóricos de planificación: lo que se debe hacer, lo que se hará y finalmente lo que se puede hacer en terreno (Díaz, Giovanni, Rivera, Alberto, & Guerra, 2014).

La planificación tradicional es realizada en función de lo que debe hacerse, a veces sin tener seguridad de contar con los recursos necesarios o prever las restricciones que puede haber, esta planificación es realizada por la gerencia, el jefe de ingeniería, los capataces y supervisores, las actividades determinadas por ellos generalmente son mayores que las que se pueden realizar en campo, como es demostrado en la intersección de los conjuntos del sistema tradicional de planificación de la figura 20.

Por otro lado, está el sistema *lean* de planificación, también conocido como Sistema del último planificador o *Last Planner System*, desarrollado dentro del concepto de la filosofía de *Lean Construction*. Este sistema propone que el último planificador debe ser el gestor o grupo responsable de la planificación operativa, ósea quienes designan la realización de los trabajos individuales en obra como ingenieros residentes y jefes de equipo. Debido a que antes de decidir lo que "se hará" se debe tener un conocimiento suficiente de lo que "se puede" hacer en campo. Por esa razón en la planificación lean lo que "puede hacerse" es representada como un subconjunto de lo "que se hará", véase figura 20. Es importante que en procesos periódicos de planificación se pueda medir el desempeño y cumplimiento de

las actividades designadas, así como también, identificar y analizar errores de planificación y restricciones en obra. De esa manera se controla la variabilidad de las obras y se reducen las incertidumbres en las actividades programadas.

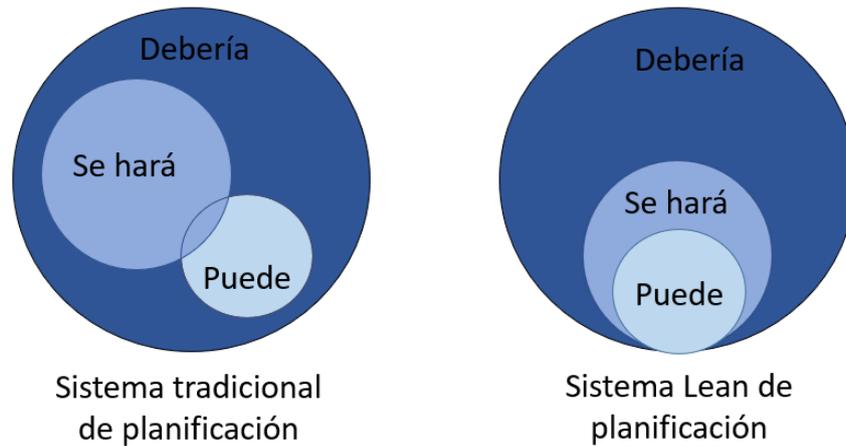


Figura 21. Diagramas para representar los sistemas de planificación (Beltrán & Soto, 2017).

### 1.1. Sistema de planificación lean.

Existen tres categorías principales de planificación que están relacionadas con los estados teóricos de planificación: Debe, Puede y Hará. La planificación debe ser estructurada desde lo general a lo específico de una forma sistemática, garantizando conocer todos los requerimientos o requisitos previos necesarios para asignar las actividades a las cuadrillas de trabajo. La estructura del sistema de planificación *lean* sigue el diagrama ilustrado en la figura 5 y es descrito a continuación.

- *Planificación General.* Inicialmente se realiza una planificación general conociendo lo qué se debe realizar a partir del plan maestro de la obra, aquí se muestran todas las partes del proyecto, se especifican los entregables y plazos necesarios para entregar el proyecto, normalmente esto se realiza en una sola

reunión inicial. En el caso de proyectos extensos o complejos, se puede dividir el proyecto en varias fases, realizando no un plan maestro sino un plan de fases.

- *Planificación intermedia.* Consiste básicamente en desglosar la planificación general, definiendo la coordinación del diseño, los proveedores, los integrantes y responsables de los equipos, y toda la información posible para que los equipos ejecuten las actividades, además de identificar las restricciones que puedan presentarse. Está planificación debe ser periódica y acostumbra realizarse entre 1 y 3 meses, dependiendo de las características del proyecto y de los tiempos para recolectar la información necesaria.
- *Planificación semanal.* Es la última etapa de planificación, donde debe detallarse todas las actividades a ser ejecutadas. Se definen responsables, compromisos, plazos, equipos, materiales necesarios para llevar a cabo la obra. Se establece el Intervalo de Trabajo Ejecutable (ITE) de la semana en curso. En estas reuniones semanales deben participar los administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, capataces y todas las personas que tengan que ver directamente con la supervisión de la ejecución de los trabajos en el terreno.
- *Reunión de control.* A pesar de ser otro ítem, hace parte de la misma reunión de planificación semanal, aquí debe evaluarse el cumplimiento de las actividades programadas de las semanas anteriores usando el Porcentaje de Programa Cumplido, PPC (Ecuación 1). Que básicamente es la relación entre el total de actividades cumplidas y el total de actividades programadas. Además, es importante analizar las razones o causas de no cumplimiento. A partir, de esa discusión se establece el plan de actividades para la siguiente semana.

$$PCC = \frac{\text{Total de actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades programadas}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

El PCC es el principal indicador que evalúa la confiabilidad de la planificación, y a su vez está relacionado directamente con la productividad del proceso.

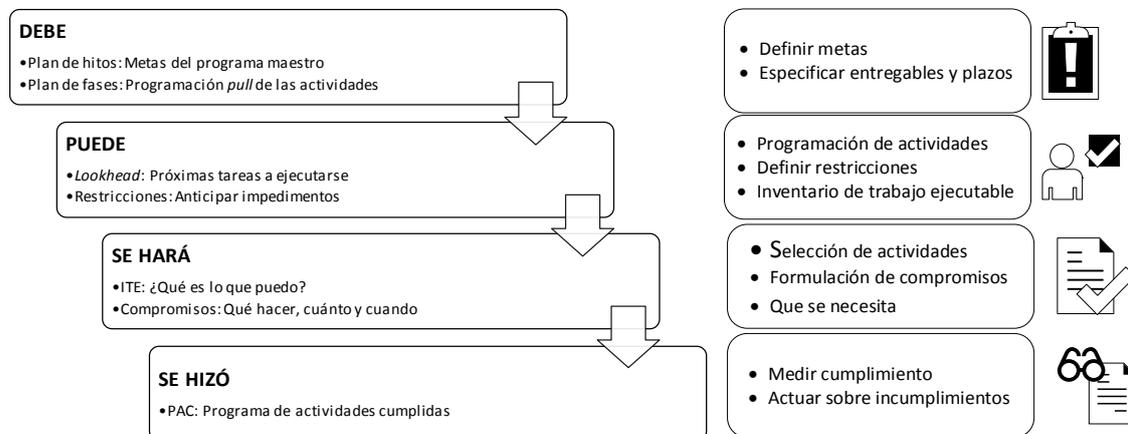


Figura 22. Sistema de planificación Lean. Adaptación (Alarcón, 2012).

## 1.2. Implementación sistema de planificación.

En el caso de obras de corta duración que es el caso de los proyectos en la Constructora Arcos, los requerimientos del proyecto deben ser definidos en la etapa inicial del proyecto, para evitar sobrecostos por cambios durante la ejecución. En el diagrama de flujo de la figura 6, se presenta el modelo de planificación propuesto para ser implementado en la Constructora Arcos.

Este modelo está basado en los criterios de planificación *lean* y en los ajustes propuestos para modelos de planificación para obras de corta duración (Cruz-Machado & Rosa, 2007). En el modelo original, se consideran cuatro fases de actuación porque se incluye las consultas previas y la redacción del proyecto. En la propuesta presentada consideraremos solamente la fase de planeación y ejecución que de acuerdo al diagnóstico inicial es donde se presenta la mayor cantidad de pérdidas e insatisfacción a la calidad del proceso constructivo. Como fue mencionado anteriormente, la planificación se debe iniciar con una reunión de planificación general, donde se detalla lo que se debe hacer, buscando integrar y nivelar el conocimiento de la obra de todos los implicados en la dirección y ejecución del

proyecto. En esa reunión debe definirse los principales objetivos, lineamientos, especificaciones técnicas y entregables del proyecto, a partir de esa reunión es posible comunicar a los proveedores las cantidades y especificaciones de materiales que se van a emplear y recibir de ellos una garantía del cumplimiento de los plazos. Durante esa planificación general es importante identificar los posibles riesgos, dificultades y restricciones que se pueda tener durante la ejecución.

Una vez definidos los entregables y sus plazos, se procede a organizar unos equipos interdisciplinarios para tener un análisis preliminar de la obra, en ese análisis se debe levantar la necesidad de materiales usando el formato 6.1 (anexo 6); así como también se debe listar las actividades, plazos y capacidad de ejecución de la obra diligenciando el formato 6.2 (anexo 6). El director o responsable de la obra, será quien defina organice los equipos y coordinar sus trabajos. Entre las tareas a ser divididas dentro de esta macro-planificación están las siguientes actividades:

- Lista de actividades
- Lista de actividades críticas
- Lista de equipo de trabajo
- Determinar un ritmo de construcción
- Velocidades de ejecución del equipo
- Cálculo del volumen de construcción para cada área
- Plazos de ejecución para cada área
- Registro diario de actividades cumplidas

Una vez definido los volúmenes de construcción y plazos de cada área, y al cruzarlos con la información del stock de los proveedores, es posible anticipar los pedidos de compra y evitar imprevistos por material durante la ejecución. La macro-planificación hasta aquí

realizada permite transformar esa lista de actividades iniciales en tareas más específicas, precisas y concretas.

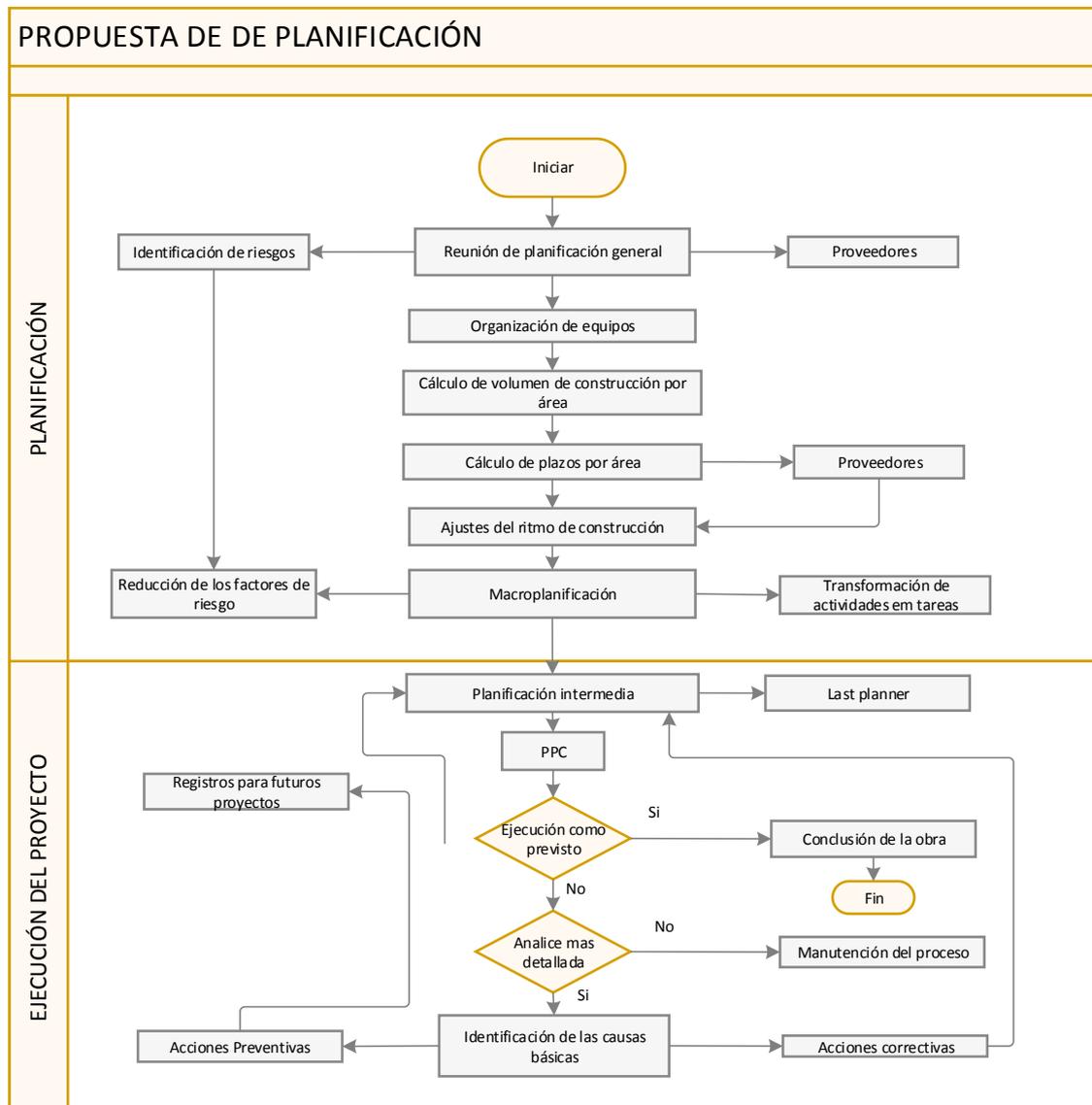


Figura 23. Diagrama modelo de planificación propuesto basado en la planificación lean.

Modificado a partir de (Cruz-Machado & Rosa, 2007)

El control de los compromisos realizados en la reunión de planificación general, se realiza mediante actas de reunión como la mostrada en el formato 6.3 (nexo), donde se definen los compromisos, responsables y plazos asignados de la obra. Otra metodología de trabajo que es útil aplicar en la planificación general es el uso del sistema de tarjetas *Kanban* para

realizar el seguimiento de las actividades, cada participante puede generar las tarjetas de producción, y así acompañar el avance y ejecución del proyecto, véase figura 7.

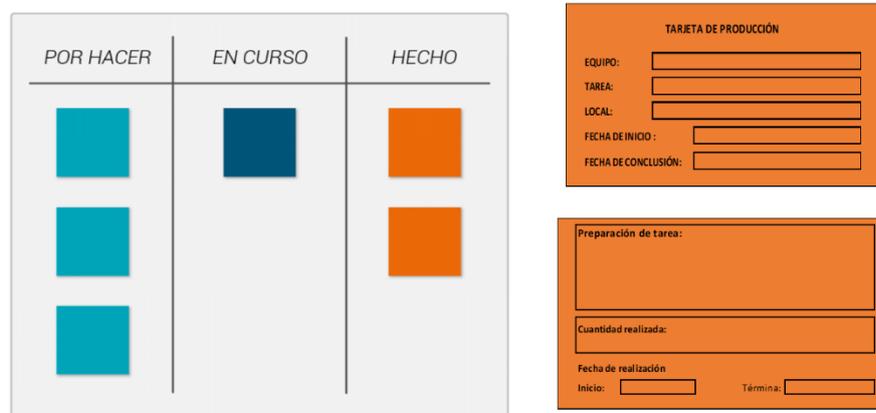


Figura 23. Diagrama modelo de planificación propuesto basado en la planificación lean.

Modificado a partir de (Cruz-Machado & Rosa, 2007)

Figura 7. Esquema gráfico de un sistema *Kanban* junto a ejemplo de tarjeta de producción.

Una vez realizada la macro-planificación durante la reunión de planificación general, se procede a elaborar la planificación intermedia o de mediano plazo, esta sigue el modelo de último planificador o *last planner* que fue anteriormente explicado. Aquí el director de la obra y los responsables de la ejecución, basado en las informaciones de la planificación general elaboran un programa mensual de actividades basado en lo que se puede hacer, por ser una planificación futura las actividades no son muy específicas, se puede seguir la propuesta del formato 6.4 (anexo 6). En este punto, también, se analizan algunas de las restricciones que pueden presentarse en campo y se determinan cuales indicadores se van usar para evaluar el cumplimiento de la planificación y el estado de avance del proyecto, en la tabla 3 se presenta algunos indicadores que pueden ser usados.

Tabla 31.

*Indicadores de cumplimiento y avance del sistema de planificación.*

Indicador	Descripción	Formula (%)
<b>VAP</b>	Diferencia entre la variación del costo del proyecto en función de las alteraciones	$\frac{\text{Total de todos los trabajos de + y -}}{\text{Valor del presupuesto}}$
<b>VATA</b>	Diferencia entre la variación del costo del proyecto en función de los trabajos de más	$\frac{\text{Costos con trabajos de +}}{\text{Valor presupuesto}}$
<b>VATR</b>	Diferencia entre la variación del costo del proyecto en función de los trabajos de más	$\frac{\text{Costos con trabajos de a -}}{\text{Valor presupuesto}}$
<b>FA</b>	Frecuencia de alteraciones o modificaciones efectuadas	$\frac{\text{Número de modificaciones}}{\text{Total de actividades}}$
<b>PA</b>	Alteraciones con justificaciones	$\frac{\text{Número de alteraciones justificadas}}{\text{Total de actividades}}$
<b>GC</b>	Importancia de la alteración en el costo del proyecto	$\frac{\text{Total de los trabajos de + y de - justificados}}{\text{Costo original}}$

GIA

Grado de impacto de  
cada alteración

*Tiempo de más debido a una causa*  
*Tiempo contractual*

Al inicio de cada semana se debe diligenciar la planificación semanal para la ejecución de las obras (formato 6.5 del anexo), que básicamente es un programa de las tareas que se van a desarrollar en esa semana y que debe ser ejecutado diariamente por los responsables de las obras. El control del cumplimiento y del surgimiento de alguna novedad, error, no conformidad o pérdida debe ser registrada en el formato 6.6 del anexo 6, por lo propios trabajadores al finalizar cada día laboral. Con el registro de esas planillas se puede realizar la medición de los indicadores de cumplimiento y avance de la obra. Si la ejecución transcurre como lo acordado continua hasta su finalización y entrega. Pero, en el caso de presentarse algún problema, este debe quedar registrado en las planillas indicadas y comunicado a la dirección de la obra, quien realizara un análisis detallado para definir las causas y buscar una posible solución. En el caso que las causas, no perjudiquen la estructura ni la calidad de la obra, la obra debe continuar el programa haciendo correcciones para que el problema no se repita. En el caso que las causas sean especiales o perjudiciales, se deben promover acciones preventivas y correctivas dentro del propio sistema de planeación.

El director responsable de la obra, deberá consolidar la información mensual de la obra a partir de la información recolectada de las planillas semanales, para ello debe diligenciar el formato 6.7 del anexo 6. Esa información puede ser graficada para facilitar el análisis y la evaluación del cumplimiento de la planificación de la obra, y así ser presentada a los diferentes comités de dirección o planeación de próximas fases. Además, que es importante almacenar esos registros para retroalimentar próximos proyectos y aumentar el porcentaje de cumplimiento y disminuir las no conformidades.

Finalmente, todo el proceso de planeación descrito en la propuesta del plan de mejora, puede ser visualizado gráficamente en VSM propuesto del anexo 7.

### 3.3. Plan financiero

En este punto, es sumamente importante, dado que se analizará los costos de la propuesta de la aplicación de Lean influirá en el aumentar la productividad en el área de gestión de proyectos de la empresa Arcos EIRL.

**3.3.1. Otros Gastos.** En cuanto a los costos directos que la empresa se visualiza en la tabla 32.

Tabla 32.

*Costos indirectos*

COSTOS DE INDIRECTO			
PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Luz	12	S/. 130.00	S/. 1,560.00
Agua	12	S/. 80.00	S/. 960.00
Telefono e internet	12	S/. 80.00	S/. 960.00

Fuente: elaboración propia

**3.3.2. Costo por Mano de obra.** En el siguiente tabla se muestra los gastos de personal generados por el diseño de gestión basado en las herramientas LEAN , donde detalla la cantidad de personal y el precio unitario de estos:

Tabla 33.

*Costos por Mano de obra*

COSTO DE MANO DE OBRA ANUAL			
DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO	TOTAL
Gerente de proyectos	1	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00
Capataz	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00
Supervisor	1	S/. 1,100.00	S/. 1,100.00
Operarios	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00
Oficial	1	S/. 930.00	S/. 930.00
Peon	15	S/. 930.00	S/. 13,950.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 19,380.00</b>

**3.3.3. Costo de materiales de implementación.** En el siguiente tabla se muestra los materiales que se utilizarán para la implementación de diseño de gestión basado en las herramientas LEAN , donde detalla la cantidad y el precio unitario de estos:

Tabla 34.

*Gastos de implementación*

<b>COSTO DE MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
Cintas	2	S/. 2.50	S/. 5.00
Folder A-4	3	S/. 6.00	S/. 18.00
Archivadores	3	S/. 8.00	S/. 24.00
Hojas Bond millares	5	S/. 10.00	S/. 50.00
Cartucho de impresora b/n	9	S/. 32.00	S/. 288.00
Cartucho de impresora color	9	S/. 32.00	S/. 288.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 673.00</b>

Fuente: elaboración propia

**3.3.4. Flujo de inversión.** En el siguiente tabla el flujo de inversión :

Tabla 35.

*Flujo de Inversión*

<b>FLUJO DE INVERSION</b>										
<b>FLUJO DE INVERSION</b>										
<b>Descripción</b>	<b>Inversión</b>	<b>P.U.</b>	<b>Qt</b>	<b>Unid. Medida</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>Materiales y equipos de implementación</b>	7,000.00	7,000.00	1	-	7,000.00	-	-	-	-	-
<b>Plan de capacitación</b>	9,780.00	3,260.00	3	-		9,780.00	9,780.00	9,780.00	9,780.00	9,780.00
<b>Plan de mantenimiento</b>	8,163.00	2,721.00	3	-		8,163.00	8,163.00	8,163.00	8,163.00	8,163.00
<b>Costo de implementación de sistema de planeación</b>	5,400.00	2,700.00	2	-						
<b>TOTAL</b>					<b>7,000.00</b>	<b>17,943.00</b>	<b>17,943.00</b>	<b>17,943.00</b>	<b>17,943.00</b>	<b>17,943.00</b>

**Fuente:** elaboración propia

**3.3.5. Costos proyectados.** En el siguiente tabla se muestra los costos proyectados a cinco años de la inversión relacionada:

Tabla 36.

*Costos proyectados*

Descripción	FLUJO DE INVERSION					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Capacitación del personal	6,520.00					
Mantenimiento Maquinaria y equipos		8,766.00	8,766.00	8,766.00	8,766.00	8,766.00
Plan de planeación		9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>6,520.00</b>	<b>17,766.00</b>	<b>17,766.00</b>	<b>17,766.00</b>	<b>17,766.00</b>	<b>17,766.00</b>

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 37.

*Costos que podrían mitigarse*

**COSTOS QUE PODRIAN MITIGARSE**

RIESGOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos de indirecto		3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00	3,480.00
Costo de mano de obra anual		19,380.00	19,380.00	19,380.00	19,380.00	19,380.00
Costo de materiales de implementación		673.00	673.00	673.00	673.00	673.00
Costo de materiales adicionales		-	-	-	-	-
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>-</b>	<b>23,533.00</b>	<b>23,533.00</b>	<b>23,533.00</b>	<b>23,533.00</b>	<b>23,533.00</b>

**Fuente:** elaboración propia

### 3.3.6. Evaluación costo-beneficio:VAN,TIR,IR

Dentro de los cuales encontrados al valor neto actual (VAN) , lo que permitió identificar la viabilidad del proyecto, pues de este asciende s/.17413.50 , se conto con una tasa interna de retorno (TIR)de 84%, el índice de rentabilidad (IR) obtenido es de 2.67 ,lo que nos indicó que , por cada s/. 1 solo invertido retorna 1.67 soles como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 38.

#### *Evaluación Costo Beneficio*

<b>VA</b>	<b>S/. 23,933.50</b>	
<b>VAN</b>	<b>17,413.50</b>	VAN > 0
<b>TIR</b>	<b>84%</b>	TIR > COK
<b>IR</b>	<b>2.67</b>	IR>1

**Fuente:** elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Esta investigación, tuvo como objetivo determinar el impacto del diseñar de un sistema de gestión basado en la filosofía LEAN para aumentar productividad del área de gestión de proyectos de la empresa ARCOS EIRL, siendo esta reducción de costos de 72% después de la aplicación de las herramientas y metodología de mejora, para el cual se realizo un diagnostico inicial permitiendo encontrar aquellas causas que originan el incremento de costo por inadecuada gestión del área. Este resultado va acorde con la tesis de Gonzáles (2013), quién concluyó que existe una influencia positiva de la aplicación de la herramienta Lean en la administración de proyectos de edificación. Universidad de Valladolid. El nivel de la herramienta Lean logró alcanzar el nivel alto con el 70% del total. Por otro lado, la teoría de Lean construction institute, 2013, p.45, esta filosofía ayuda a desarrollar diversas herramientas, técnicas para reducir las pérdidas a través del proceso productivo, ayudando que estos procesos sean más eficientes y óptimos. Por otro lado, el trabajo de Flores (2016), logro demostrar que la implementación de las herramientas de lean construction ayudo mejorar positivamente a la reducción de costos en los proceso de construction . De igual forma el trabajo de Galiani (2016), se logró comprobar que la implementación positivamente en la edificación del estadio de la UNA-puno, ayudando a la reducción de costos, y mejorando el proceso constructivo, eliminando considerablemente las mudas existentes. Por otro lado, se demostró que la aplicación de la herramienta lean construction influye positivamente en la estimación de los tiempos en la construcción del Conjunto Habitacional Ciudad Sol de Collique Comas, 2018. Esto tiene alguna igualdad con la tesis de Brioso (2015), quién probó el nivel de uso del método Lean Construction alcanzando el 65% como nivel bueno, 30% nivel regular % y 5% nivel

deficiente. Por lo que, a partir de esta investigación realizada en el área de gestión de proyecto de la empresa constructora, podemos determinar que esta implementación beneficiara en muchos sentidos a esta constructora, ya que tendrán una base para realizar mejoras continuas, mediante la búsqueda, aplicación y reforzamiento de conocimientos sobre métodos, estándares, parámetros, técnicas y herramientas, que ayudaran considerablemente. Finalmente, la aplicación adecuada de esta metodología según Koskela (1992), se obtendrá una buena calidad, eficiencia, productividad y una buena gestión de proyectos, controlando a través de una planeación correcta tanto la cantidad de materiales, el lugar, el tiempo que se requerirá para el desarrollo correcto, así mismo uno de estos elementos principales para que dicho sistema funcione llegara a ser la capacitación del personal y el cronograma para el mantenimiento de maquinarias y equipos.

#### **4.2 Conclusiones**

Tras el diseño del sistema de gestión basado en la filosofía lean en la empresa constructora Arcos EIRL, y en base a los objetivos trazados, se concluyó en lo siguiente.

- ❖ Se logró diseñar un sistema de gestión basado en la filosofía LEAN con el fin de aumentar un 95% la productividad en el área de gestión de proyecto de la empresa Arcos EIRL. Con el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction se mejoró la velocidad de ejecución de la mano de obra productiva, más disposición de maquinaria, a tener más organizadas las acciones, evitando duplicidad de acciones y errores.
- ❖ Se logró identificar y determinar que herramientas Lean se usará para el diseño del sistema de gestión, para el cual se identificó los principales problemas de la empresa que genera pérdidas como son la falta de capacitación del personal en la

utilización de maquinaria, en la incorrecta manipulación de materiales, etc., Así mismo la falta de estandarización es muy frecuente en cada una de las etapas de elaboración de dichos proyectos, por otro lado la falta de mantenimiento tiene consecuencias en el desgastes acelerado de equipos y maquinarias, por lo tanto también se logró identificar que muchos de los problemas presente se debe a la demora de trasporte y perdidas de materiales, finalmente la falta de planeación dichas situaciones son sumamente perjudiciales para la correcta implementación del sistema LEAN dentro del proceso de elaboración de proyectos de la empresa Arcos EIRL.

- ❖ Con el adecuado cumplimiento del plan de capacitación, como obtenido benéfico obtenido después de la aplicación del plan de capacitación es de s/.1890.91 teniendo un porcentaje antes de la aplicación un 86% y después de la aplicación tenemos 97%, también la aplicación de plan de mantenimiento, donde podemos decir que las pérdidas de la empresa antes de la aplicación de sistema son de S/. 2898 y después de la mejora es S/. 1912.68 y finalmente la aplicación del ciclo Deming ayudara a incrementar considerablemente sus productividad , teniendo sus proceso constructivos , más optimo ye eficiente.
- ❖ Se logró presentar una propuesta de aplicación de herramientas de Lean como son la aplicación de capacitaciones en el sistema lean, mantenimiento y la planeación diaria, intermedia, etc, con el fin de lograr el aumento de productividad dentro del área de estudio.
- ❖ Se realizó la evaluación económica del diseño del sistema de gestión de proyecto, el cual por medio de la obtención de un TIR de 84% a 1, se determinó el índice de rentabilidad (IR) obtenido es de 2.67 ,lo que nos indicó que , por cada s/. 1 solo invertido retorna 1.67 soles como se muestra en la siguiente tabla.

Por ello confirmamos la viabilidad del sistema de gestión basado en la  
Filosofía LEAN de la empresa Arcos EIRL.

## CAPÍTULO V. REFERENCIAS

- Botero, L. F. B., & Villa, M. E. Á. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda. *Revista Universidad Eafit*, 40(136), 50–64.
- Carlos T. Formoso. (2000). LEAN CONSTRUCTION : PRINCÍPIOS BÁSICOS E EXEMPLOS. In *Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil* (5th ed.). Porto Alegre, RS: SEBRAE Construção Civil.
- Eduardo, C., & Rodríguez, B. (2017). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la Empresa HLF Romero S.A.S.
- Equi, M. A., & Junior, H. P. (2015). Revisão Bibliográfica: O Lean Manufacturing na Indústria Automativa. In XII SEGeT. Simpósio de Excelencia em Gestão e Tecnologia. Otimização de Recursos e Desenvolvimento.
- Faria, L. de. (2016). Reducción de desperdicios utilizando los conceptos Lean en una constructora de pequeño porte. Universidad Tecnológica Federal de Paraná.
- Koskela, L. (1992). Technical Report #72. Application of the new production philosophy to construction. Finland.
- Mallma Gomez, L. (2015). Aplicación de la Filosofía Lean y el Concepto Leed en la Construcción de una edificación Sostenible. Universidad Nacional del Centro del Perú.

- Melton, T. (2005). What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, (June), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Ohno, T. (1991). El Sistema de Produccion Toyota: Mas alla de la produccion a gran escala. (Gestión, Ed.) (1st Editio). Barcelona, España.
- Peña, A., Grandoso, O., Manchetto, M. C. P. De, Mora, A., Rodriguez, L., Scigliotti, M., ... Angelomé, N. (2002). La calidad en la industria de la construcción. Estudio Diagnóstico. Buenos Aires. Retrieved from [https://www.grupoconstruya.com/actividades/docs/calidad\\_UP.pdf](https://www.grupoconstruya.com/actividades/docs/calidad_UP.pdf)
- Ribón, J. G. T. M. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción. Tesis de Maestria. Universidad Nacional de Colombia.
- SemanaEcomonia.com. (2019). Capeco: el sector construcción alcanzó su mejor desempeño en cinco años. Retrieved May 24, 2019, from <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/conectividad/328785-capeco-el-sector-construccion-alcanzo-su-mejor-desempeno-en-cinco-anos/>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. In 12th GLOBAL CONGRESS ON MANUFACTURING AND MANAGEMENT , GCMM 2014 (Vol. 97, pp. 1875–1885). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). A máquina que mudou o mundo. (Campus, Ed.). Rio de Janeiro, RJ. Brasil: ELSEVIER.

Beltrán, C. E., & Soto, A. D. (2017). Aplicacion de herraminetas lean manufacturing en los procesos de recepcion y despacho de la empresa HIF Romero S.A.S.

81.

Cruz-Machado, V., & Rosa, P. (2007). Modelo de Planificación Basado en Construcción Ajustada para Obras de Corta Duración. *Información Tecnológica*, 18(1), 107–118. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642007000100015>

Díaz, H. P., Giovanni, O., Rivera, S., Alberto, J., & Guerra, G. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación En Ingeniería*, 11(1), 1794–4953.

Ribón, J. G. T. M. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción. Tesis de Maestria. Universidad Nacional de Colombia.

## ANEXO VI

**Anexo 1:** Identificación de pérdidas más frecuentes según su percepción. (Ribón, 2011)

No	ACTIVIDAD	CHECKLIST
1	Trabajos mal hechos	
2	Retrocesos	
3	Trabajo innecesario	
4	Existencia de inventarios	
5	Falta de estandarización	
6	Perdidas de materiales	
7	Deterioro de materiales	
8	Demora de Transporte de materiales	
9	Movimiento innecesario de material	
10	Falta de planificación	
11	Retraso en las actividades	
12	Procesamiento extra	
13	Desgaste anormal de equipos (Falta de mantenimiento)	
14	Necesidad de instrucciones extras	
15	Requerimientos excesivos de espacio	

**Anexo 2:** Encuestas sobre pérdidas en los procesos de construcción

Nombre de la cuadrilla		Fecha de la encuesta	
Actividades constructivas realizadas		Número de obreros en la cuadrilla	
Problemas que producen las interrupciones en el trabajo	Horas Hombre pérdidas		
	Número de horas	Número de obreros	Horas hombre perdidas
Esperando Material (Bodega)			
Esperando por materiales			
Esperando por herramientas no disponibles			
Esperando por equipos			
Modificaciones por el diseño			
Modificaciones por errores de construcción			
Traslados a otras áreas de trabajo			
Esperando por información			
Interferencia con otras cuadrillas			
Sectores congestionados con trabajadores			
Otros			

### **Anexo 3. Formatos de entrevista**

#### **Formato 1. Preguntas para entrevista relacionada a la gestión de los proyectos.**

##### **PROYECTO**

Tomando en consideración el desarrollo del proyecto, responda:

- ¿Cómo funciona el control del presupuesto general de la obra?
- ¿Qué normativas específicas deben ser cumplidas para la construcción de la obra?

##### **DISEÑO**

Tomando en consideración el diseño del proyecto, responda:

1. ¿Cuántas personas participan en el diseño de un proyecto de construcción?  
Favor, mencionar los cargos de esas personas dentro de la estructura de la empresa.
2. ¿Cuál es el tiempo promedio el plazo para terminar los planos de construcción de un proyecto nuevo?
3. ¿Existen indicadores o parámetros dentro de la empresa que evalúan el cumplimiento de los plazos en la entrega de los diseños?
4. ¿Existen indicadores o parámetros dentro de la empresa que evalúan la satisfacción en la calidad de los diseños de la obra?
5. ¿Existen un procedimiento establecido para realizar cambios a los diseños durante la ejecución de la obra?

##### **COMPRA DE MATERIALES**

Tomando en consideración solo el proceso de compras, responda:

1. ¿Cuántas personas son responsables por realizar las compras de materiales?  
Favor, mencionar los cargos de esas personas dentro de la estructura de la empresa.
2. ¿Cuáles son los parámetros considerados en el momento de seleccionar y comprar los materiales ? (Bajo costo, parámetros técnicos, marca, disponibilidad, tiempo de entrega, proveedor, etc)
3. ¿Existe algún procedimiento de control para la recepción e inspección de los materiales en la obra?

4. ¿Existe un histórico de rechazos o material no conforme con los requisitos técnicos y de calidad de los materiales recibidos?
5. ¿Qué grado de participación tiene el director del proyecto en la selección de los insumos?
6. ¿Qué porcentaje representan los materiales e insumos en el costo total del proyecto de construcción?

### **EJECUCION DE LA OBRA.**

Tomando en consideración solo el proceso de ejecución de la obra, responda:

1. ¿Cuántas personas participan en la ejecución de una obra? Favor, mencionar los cargos de las personas responsables.
2. ¿Las obras cuentan con un plan de trabajo o cronograma de ejecución?
3. ¿Existen registros o planillas de cumplimiento o atrasos en la ejecución de la obra?
4. ¿Existe un proceso de auditoría o inspección para comprobar que lo ejecutado en la obra cumple con los diseños iniciales?
5. ¿Existe procedimientos y registros de desperdicios, roturas, reprocesos o reparaciones durante la obra?
6. ¿Cuál es el porcentaje del costo en mano de obra en relación al costo total del proyecto?
7. ¿El personal que ejecuta la obra tiene las capacitaciones técnicas para la ejecución de la misma?
8. ¿La empresa cuenta con políticas de seguridad laboral para la ejecución de las obras?

## ANEXO 4:

### Formato 2. Formato para gestión de los proyectos.

<b>NOMBRE Y APELLIDOS:</b>	
<b>CARGO:</b>	
<b>ÁREA:</b>	
<b>AÑO DE INGRESO:</b>	
<b>OFICIO O PROFESIÓN:</b>	
<b>ENTREVISTA</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es la principal característica que identifica a la empresa?</li> <li>2. ¿Cuántas personas conforman su equipo?</li> <li>3. ¿Cuál es el objetivo de su equipo de trabajo?</li> <li>4. ¿Qué procesos se realizan en su equipo de trabajo?</li> <li>5. ¿Qué limitaciones se presentan para realizar sus procesos?</li> <li>6. ¿Cuenta con los equipos necesarios para hacer sus trabajos?</li> <li>7. ¿La empresa lo capacita o usted se capacita en temas de su trabajo?</li> <li>8. ¿Cuál cree que sea la mayor deficiencia de la empresa?</li> <li>9. ¿Cómo se mide el desempeño de cada colaborador?</li> <li>10. ¿Cómo se mide el desempeño de cada equipo?</li> <li>11. ¿Cómo es la seguridad en el trabajo por parte de la empresa?</li> <li>12. ¿Con quién se relaciona en el trabajo?</li> <li>13. ¿Recibe incentivos por parte de la empresa?</li> <li>14. ¿Qué concepto tiene de la empresa y por qué?</li> <li>15. ¿Con cuánta regularidad recibe información de la empresa?</li> <li>16. ¿Cómo hace llegar sus sugerencias a la empresa?</li>   <li>17. ¿Tiene usted conocimiento sobre el Lean?</li> <li>18. ¿ha identificado algún problema durante el proceso de construcción? ¿cuáles son?</li> <li>19. ¿Cuenta con un diagrama de operaciones?</li> <li>20. ¿tiene algún plan de compra de materiales y distribución?</li> <li>21. ¿La empresa tiene conocimiento de la herramienta 5s o alguna herramienta de lean?</li> </ol>	

Anexos 05: Plan de capacitación de personal (Plan de mejora)

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN								
CAPACITACIÓN	MÓDULOS	SESIONES	DIRIGIDO	OBJETIVO	CRONOGRAMA			
					INICIO DE OBRA		DURANTE LA OBRA	
					1	2	3	4
PRODUCTIVIDAD	Productividad de obra	Tema 1: ¿Qué se entiende por pérdidas en la industria de construcción?	PERSONAL DE ALBAÑILERIA, CAPATAZ, ARQUITECTO	Mejorar la productividad durante la realización de obras para lograr más provecho en su estación de trabajo.				
		Tema 2: ¿Qué tipo de pérdidas existen dentro de las obras civiles?						
		Tema 3: ¿Cómo evitar estas pérdidas?						
		Tema 4: Pérdida de concreto y sus factores de pérdida						
		Tema 5: pérdida de acero, factores que provocan pérdidas						
		Tema 6: Pérdidas de ladrillos, factores que provocan pérdidas.						
		Tema 7: Pérdidas de tubos, eléctricos y sanitarios.						
		Tema 7: Variación de espesor medio del tarrajeo de pared						
		Tema 8: Variación de espesor de contrapisos						
		Tema 9: Pérdidas de acabados finales						
		Tema 10. Tiempo de entrega de obra						
		Tema 11: Productividad de mano de obra ( hh/m2)						
Tema 12: beneficios de tomar medidas para evitar pérdidas								
COMUNICACIÓN	Comunicación Asertiva	Tema 1: ¿Qué beneficio tiene el proceso de comunicación con los supervisores?	PERSONAL DE ALBAÑILERIA , CAPATAZ	Mejorar las habilidades de comunicación con el fin de poder incentivar la comunicación con sus superiores.				
		Tema 2: Principios para una buena comunicación						
		Tema 3: beneficios de una buena comunicación						
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	Utilización de equipos y maquinarias	Tema 1: ¿Qué es el uso correcto de maquinaria y equipos?	PERSONAL DE ALBAÑILERIA , CAPATAZ	Aplicar mantenimiento en la empresa con el objetivo de eliminar las pérdidas en la producción de obras civiles debido al estado actual o al desgaste de maquinaria y equipos.				
		Tema 2: Objetivos del uso correcto de maquinaria y equipos						
	Objetivo de implementación de mantenimiento de maquinaria y equipos	Tema 1: ¿Que se entiende por mantenimiento?	PERSONAL DE ALBAÑILERIA , CAPATAZ Y ARQUITECTO					
		Tema 2: Objetivos del mantenimiento						
	Mantenimiento Planeado	Tema 1: Implementación de mantenimiento en la empresa	GERENTE GENERAL					
		Tema 2: Implementación y capacitación en mantenimiento Preventivo						
		Tema 3: Implementación de sistemas de mantenimiento Predictivo						
	Tema 5: Planeación, programación y control del Mantenimiento							
	Tema 7: Los costos del mantenimiento							
FILOSOFIA LEAN	Fundamentos de la filosofía Lean	Tema 1: Fundamentos y definiciones.	GERENTE GENERAL	Dar a conocer al trabajador con la finalidad de trabajar con espacios limpios , ordenas , etc.				
		Tema 2: Proceso de implementación de la filosofía lean						
		Tema 3: Proceso de aplicación en obra de la filosofía lean						
		Tema 4: Evaluación y seguimiento						
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	Fundamentos de la Gestión y Aseguramiento de la	Tema 1: Indicadores de clientes satisfechos	GERENTE GENERAL	Entregar métodos concretos que apoyen la implantación de la Gestión de la Calidad en la				
		Tema 2: Gestión y aseguramiento de la calidad en la empresa.						
		Tema 3: Implementación de sistema de calidad						

	Calidad	Tema 4: Calidad como estrategia de competitividad.	organización, entregando herramientas de planificación, gestión y ejecución de aseguramiento de la calidad, y la implementación de diversas metodologías con el fin de optimizar sus procesos.						
		Tema 5: Compromiso de operarios, ejecutivos, supervisores y jefes con el éxito del aseguramiento de la calidad.							
	Auditorías Internas en Gestión de la Calidad en obra	Tema 1: Principios de auditorías de calidad: según el numero de modificaciones del proyecto, numero de errores o faltas de detalles del proyecto.							
		Tema 2: Gestión de auditorías: índice de desperdicios generados durante la obra y después de la obra.							

Fuente: elaboración propia

### Anexo 6. Eficiencia de capacitación

<p>Variación de productividad laboral</p> $PL = \frac{\text{Pares producidos}}{\text{Horas} - \text{hombre empleados}} \times 100$ <table border="1" data-bbox="577 696 660 862"> <tr><td>PL</td><td>=</td><td>170</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>8 hrs</td></tr> </table> $\%EF = 21,25 \text{ ml/horas-hombre}$	PL	=	170			8 hrs	<p>Productividad Laboral</p> $PL = \frac{\text{Pares producidos}}{\text{Horas} - \text{hombre empleados}} \times 1$ <table border="1" data-bbox="501 1055 584 1220"> <tr><td>PL</td><td>=</td><td>147</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>8 hrs</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="619 1055 660 1220"> <tr><td>PL</td><td>=</td><td>18.375</td></tr> </table>	PL	=	147			8 hrs	PL	=	18.375	<p>Variación de Eficiencia en el operario</p> $\%EF = \frac{\text{Producción obtenida por el operario}}{\text{Producción posible}} \times 100$ <table border="1" data-bbox="539 1238 619 1512"> <tr><td>%EF</td><td>=</td><td>165</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>170</td></tr> </table> $\%EF = 97\%$	%EF	=	165			170	<p>% De eficiencia del operario</p> $\%EF = \frac{\text{Producción obtenida por el operario}}{\text{Producción posible}} \times 100$ <table border="1" data-bbox="539 1541 619 1879"> <tr><td>%EF</td><td>=</td><td>147</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>170</td></tr> </table> $\%EF = 86\%$	%EF	=	147			170
PL	=	170																												
		8 hrs																												
PL	=	147																												
		8 hrs																												
PL	=	18.375																												
%EF	=	165																												
		170																												
%EF	=	147																												
		170																												
<p>Productividad 2 – Productividad 1</p> $\%VAR = \frac{\text{Productividad 2} - \text{Productividad 1}}{\text{Productividad 1}} \times 100$ <table border="1" data-bbox="927 696 1007 862"> <tr><td>%VAR</td><td>=</td><td>1.25 - 18.375</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>18.375</td></tr> </table> $\%VAR = 16\%$	%VAR	=	1.25 - 18.375			18.375	<p>Eficiencia del Operario de Máquina (Actual)</p> <table border="1" data-bbox="1038 1019 1118 1220"> <tr><td>Producción diaria promedio obtenida por el</td><td>147</td></tr> <tr><td>Horas-hombre empleados</td><td>8 hrs.</td></tr> </table>	Producción diaria promedio obtenida por el	147	Horas-hombre empleados	8 hrs.	<p>Eficiencia 2 – Eficiencia 1</p> $\%VAR = \frac{\text{Eficiencia 2} - \text{Eficiencia 1}}{\text{Eficiencia 1}} \times 100$ <table border="1" data-bbox="927 1238 1007 1512"> <tr><td>%VAR</td><td>=</td><td>19% - 86%</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>86%</td></tr> </table> $\%VAR = 13\%$	%VAR	=	19% - 86%			86%	<p>Eficiencia del Operario de Máquina (Actual)</p> <table border="1" data-bbox="1002 1541 1082 1879"> <tr><td>Producción diaria promedio obtenida por el Operario</td><td>147</td></tr> <tr><td>Producción Posible diarios Trabajando 8 horas + 2 horas extras</td><td>170</td></tr> </table>	Producción diaria promedio obtenida por el Operario	147	Producción Posible diarios Trabajando 8 horas + 2 horas extras	170							
%VAR	=	1.25 - 18.375																												
		18.375																												
Producción diaria promedio obtenida por el	147																													
Horas-hombre empleados	8 hrs.																													
%VAR	=	19% - 86%																												
		86%																												
Producción diaria promedio obtenida por el Operario	147																													
Producción Posible diarios Trabajando 8 horas + 2 horas extras	170																													

Fuente :

Elaboración

propia







**Anexo 09 .** Ficha registro y control de plan de mantenimiento de máquinas y equipos

REGISTRO Y CONTROL DE PLAN DE MANTENIMIENTO		RESPONSABLE	TIPO DE EQUIPO O MAQUINARIA	FECHA	HERRAMIENTA UTILIZADA
PARTES REPLAZADAS	ANOMALIA HALLADAS	CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	RIESGO
MES	FECHA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE FALLAS ENCONTRADAS	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
CONCLUSIONES					
RECOMENDACIONES					

**Anexo 10:** Registro de control de inventarios

<b>REGISTRO DE CONTROL DE INVENTARIO DE LA EMPRESA ARCOS EIRL</b>								
			<b>PROVEEDOR:</b>			<b>LLEGADA:</b>		
			<b>FECHA DE PEDIDO:</b>			<b>ARTICOS DISCONFORME:</b>		
			<b>CODIGO:</b>			<b>DEVOLUCIÓN:</b>		
			<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>			<b>FECHA DE CONTROL</b>		
<b>ENTRADA</b>			<b>SALIDA</b>			<b>EXISTENCIA</b>		
<b>CANTIDAD</b>	<b>C.UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C.UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C.UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>

**Anexo 11.** Registro de inventario de equipos

<b>FICHA DE INVENTARIO DE EQUIPOS</b>					
		<b>REGISTRO DE CONTROL DE INVENTARIO DE LA EMPRESA ARCOS EIRL</b>			
		<b>PROVEEDOR:</b>		<b>LLEGADA:</b>	
		<b>FECHA DE PEDIDO:</b>		<b>ARTICOS DISCONFORME:</b>	
		<b>CODIGO:</b>		<b>DEVOLUCIÓN:</b>	
		<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>		<b>FECHA DE CONTROL</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>SERIAL DE MAQUINARIA</b>				
	<b>NOMBRE</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>				
	<b>ESTADO ACTUAL</b>				
	<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>UBICACIÓN</b>	<b>LUGAR</b>				
<b>CONDICIÓN FÍSICA</b>	<b>CONDICIÓN</b>				
	<b>FECHA DE COMPRA</b>				
	<b>REPARACIONES</b>				
<b>ESTADO FINANCIERO</b>	<b>FECHA DE COMPRA / ALQUILER</b>				
	<b>VALOR INICIAL</b>				
	<b>DEPRECIACIÓN ANUAL</b>				
	<b>DEPRECIACIÓN MENSUAL</b>				
	<b>VALOR ACTUAL</b>				

## LINEAMIENTOS DE LA METODOLOGÍA JAPONEA “9S”

### I. Introducción

Actualmente, la globalización de los mercados, hace que cada empresa tenga que luchar cada día por ser más competitiva, por ello este manual se presenta sistema señalando la forma a seguir para lograr mejor la productividad de los trabajadores a en la empresa.

La empresa Arcos EIRL es una empresa dedicada al rubro de la construcción, por medio de este presente lineamiento de implementación de la metodología “9S” en el área de gestión de proyectos, para mejorar su productividad, este manual consta de 9 paso a desarrollar en colaboración de todos los factores que participan en esta área.

El concepto “9S” no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa en este mundo globalizado, pero, desafortunadamente, si lo es. Esta herramienta es muy sencilla y con excelentes resultados de efectividad , produce buenos resultados tangibles y cuantificables, sin embargo tiene un alto impacto en un corto plazo de tiempo. Por ello la importancia de esta herramienta, de manera indirecta la indirecta o directa el personal puede percibir la importancia y de manera que se logra una actitud positiva de esta aplicación

Los principios “9S” son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras.

### II. Objetivos

#### 2.1.Objetivo General

Mejorar el área de gestión de Proyectos por medio de la utilización del manual de la metodología japonesa.

- Elaborar detalladamente el proceso de la metodología “9S”
- Identificar detalladamente las herramientas que permitan la estandarización de los procesos a la realización de proyectos.

### III. Definición del método

**3.1.Sistema Japonés “9S”:** Según INTERCAP (2012) es una metodología que busca un ambiente de trabajo coherente con la filosofía de la calidad total, esta metodología evoca a entender implantar y mantener un sistema de organización, limpieza, bienestar personal, disciplina, constancia, compromiso, coordinación y estandarización. Dicha resultados se inculcarán a la mejora continua de las condiciones de calidad, seguridad, y medio ambiente.



Fuente: <http://uncafezito.blogspot.com/2009/05/las-cinco-s-y-las-9-s-una-filosofia-de.html>

### 3.2.Beneficio de las “9S”

#### Mejorar la organización del área.

- Mejora en el aumento de la productividad de la empresa que aplica.
- Reduce los defectos de producción

- Reducir la posibilidad de accidentes dentro de la empresa.
- Facilita la detección de averías y la mala gestión de recursos.
- Mejora en la satisfacción, conocimiento, compromiso responsabilidad cooperación y productividad de los trabajadores.
- Mejora la imagen de los clientes que perciben de la empresa.
- Mediante la aplicación de organización, el orden, la clasificación, y limpieza se logra un ambiente de trabajo propicio y eficiente.

#### IV. Procedimiento

**4.1.Seiri-Organización.** - La organización de esta área es necesario tener en cuenta las actividades que mayor impacto tiene en el área, por ello se seleccionó desde la primera etapa hasta el final, por ello es necesario saber que una buena organización significa clasificar, eliminar, y separar lo necesario evitando las actividades que no generan valor agregado. (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

- **Identificar.** -Los materiales, herramientas, entre otros que son sumamente indispensables en el área de gestión de proyectos y los indefensables, más aún debido a que entorpece y es contra productivo en el área, para los trabajadores y empresa.
- **Separar.-** los productos, herramientas, según el orden de ejecución, su función, etc.
- **Reducir.-** Los productos, materiales y herramientas, entre otros, innecesarios para el proceso de ejecución de proyectos.

**4.2.Seiton-Orden.-** Consiste en establecer el modo, lineamiento, norma en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, herramientas y la coordinación y organización de actividades de trabajo del personal de

manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos, reponerlos y la organización de tareas , de tal forma que sean factible y accesibles. (Sacristan, 2005).

- Ubicación de los materiales .-Para esta punto debemos identificar la ubicación de los materiales y equipos durante el proceso de ejecución de obra y los materiales y equipos durante el cierre de proyecto, cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia.
- Organización de equipos de trabajo.- El trabajador debe tener en cuenta la organización y planeación de las actividades durante el inicio y la ejecución de proyectos, para evitar la duplicidades.
- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.

**4.3.Seiso-Limpieza.-**Uno de los objetivos es mantener limpio el área de trabajo, por el cual se identificó el desorden que conlleva la ejecución de obra, el almacenamiento de materiales, etc. Esto no se trata de hacer solo limpieza sino es identificar la materia prima de los objetos indispensable o desechos, por ello este factor contribuye a la empresa tenga perdidas frecuentes, finalmente es necesario implementar e incentivar al trabajador la aplicación de esta metodología. (Sacristan, 2005)

La conservación de los materiales en el almacén en óptimas condiciones, lo que supone identificar los elementos necesarios e innecesarios, para adecuar el almacenamiento de uso más eficiente y evitar la existencia de inventarios innecesarios.

**4.4. Bienestar Personal.-** Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

**4.5. Shitsuke-Disciplina y hábito.-** su objetivo es convertir en hábito la utilización de esta metodología “9S” aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto .El objetivo consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. El líder de la implantación lea establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, etc.

**4.6. Shikari-Constancia.-** Según la real academia española nos dice que constancia es la capacidad de una persona para mantenerse firmemente en una línea de acción (resoluciones y propósitos). Este punto es fundamental para facilitar las tareas cotidianas en el área de gestión de proyectos, donde nos facilita planificar y controlar los procesos, disminuyendo tiempos y costos siguiendo los pasos de ciclo de Deming para el cumplimiento de dichas herramientas.

➤ **Planear**

- ✓ Planificar las actividades a realizar antes de cada etapa.
- ✓ Tener procedimientos identificados a realizar en cada etapa.
- ✓ Identificar responsables para cada etapa de proyecto.
- ✓ Organizar y realizar las metas a diario para su cumplimiento.

➤ **Hacer.-** Realizar cada actividades que la empresa organice y disponga.

➤ **Actuar**

- ✓ Eliminar tiempos y actividades que no generen valor.

- **Verificar.-** Al aplicar este ciclo de mejora continua, permitirá al colaborador de la empresa para tener constancia en la realización de actividades más eficientes.

**4.7.Shitsukoku-Compromiso.-** Esta acción significa ir hasta el final de las actividades es cumplir responsablemente con la obligación contraída, sin voltear para atrás, para ello es necesario designar obligaciones y responsabilidades , de manera que pueda seguir los procedimientos establecidos correctamente.

**4.8.Seishoo-Coordinación.-** La coordinación significa realizar las cosas de una manera metódica y ordenada, pues lo importante es fomentar la participación del personal, y promover el cumplimiento de los planes de acción , para ello ayuda para alcanzar los objetivos y metas del área de gestión de proyecto.

**4.9.Seido-Estandarización.-**

- La estandarización permitirá que el trabajador tenga mayor autonomía y corregir los errores durante la detección de fallas.
- Permitirá que los trabajadores puedan eliminar, reducir o erradicar todos los elementos que no aportan un valor agregado al proceso productivo.
- Permitirá también que el área tenga información actualizada , para tener un buen funcionamiento.



### Formato 6.2. Reunión de Planificación General. Macro-planificación

Equipo:

Responsable:

Proyecto:

Obra

Tipo de Obra: Edificio \_\_\_ Casa \_\_\_

Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

1. Listar las Actividades y plazo de ejecución	
2. Actividades Criticas	
3. Listar integrantes del equipo de trabajo	
4. Cálculo de volumen de construcción	5. Ritmo de construcción
6. Velocidad de ejecución del equipo	
Firma responsable:	Firma supervisor.

**Formato 6.3. Reunión de Planificación General. Acta de reunión**

<b>ACTA No:</b>	<b>FECHA:</b>  _ / _ / _	<b>OBJETIVO DE LA REUNIÓN.</b>
<b>AREA DEL PROYECTO:</b>		
<p><b>AGENDA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar la asistencia de los convocados a la reunión</li> <li>2. Explicar el objetivo de la reunión</li> <li>3. Lectura de acta anterior y verificar cumplimiento de los compromisos anteriores</li> <li>4. Desarrollo de la agenda de la reunión</li> <li>5. Levantarlos nuevos compromisos</li> <li>6. Aprobar la asignación de nuevos compromisos con la firma de la acta</li> </ol>		
<b>DESARROLLO DE LA AGENDA</b>		

**Anexo 14 . Acuerdo o compromiso**

ACUERDO O COMPROMISO	RESPONSABLE	FECHA

**Formato 6.4. Planificación intermedia.**

PROGRAMA INTERMEDIO													ANÁLISIS DE RESTRICCIONES										
PROYECTO:			OBRA:										Tpo										
RESPONSABLE:													Proveedores	Subcontratista	Equipos	Seguridad y S	Materiales	Externos	Otros	Descripción	Fecha límite		
INICIO: __/__/__			FIN: __/__/__																				
Co d	Actividad	Responsable	Semana 1						Semana 4														
			L	Ms	Mi	J	V	S	L	Ma	M	J	V	S									
			1	2	3	4	5	6	26	27	28	29	30	31									
<b>TOTAL</b>																							





### Formato 6.7. Análisis por Área de Actividades Cumplidas (Mensual)

Período. Desde \_\_/\_\_/\_\_ a \_\_/\_\_/\_\_ Semanas:

Ingeniero Responsable:

Maestro Encargado:

Proyecto:

Obra:

Obra	Área	No de actividades definidas	No de actividades Cumplidas	% Cumplimiento
<b>TOTAL</b>				

Anexo 15: Mapa de flujo de valor (vsm) propuesto para sistema de planificación.

