



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION: 5'S, Y CARTAS BALANCE, EN UN MODELO DE EJECUCIÓN POR PROCESOS Y EJECUCIÓN POR FLUJOS EN LAS PARTIDAS DE ASENTADO DE MUROS Y TARRAJEO EN LA RESIDENCIAL ZAFIRO, DISTRITO DE WANCHAQ – CUSCO."

Presentado por:

Cahuana Cassa, Olger Edgar

Sequeiros Delgado, Yhoel

Para optar el Título Profesional de Ingeniero

Civil

Asesor: Ing. Iván Vladimir Aparicio Arenas

CUSCO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar logrando nuestros anhelos más deseados.

Todo este esfuerzo está dedicado a mis padres y hermanos, por su sacrificio y amor durante estos años quienes me han permitido llegar a cumplir todos mis objetivos.

OLGER EDGAR

A mi madre “Gloria” por haberme dado la vida, principios de superación y valores lo que me lleva a admirarla.

A mi padre “Tomas” por su bondad, humildad y valores inculcados en mí.

A mis hermanos, estaré eternamente agradecidos por su apoyo y comprensión

Y por último a mis sobrinos quienes siempre los tengo presente.

YHOEL



AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a:

A nuestro señor creador por habernos brindado la vida.

Ing. Iván Vladimir Aparicio Arenas, por su dedicación comprensión, paciencia y conocimientos para que esta investigación sea realizada.

A nuestros docentes universitarios que nos implantaron las nuevas metodologías de innovación y procesos de construcción por su labor noble de implantar conocimientos en nosotros durante nuestra etapa de estudiantes.

Al Grupo Inmobiliario el Edén y Antares Cía. Constructora por habernos permitido realizar nuestras prácticas pre profesionales y así mismo brindarnos las facilidades para desarrollar nuestra investigación en sus diferentes proyectos y como al personal técnico y administrativo.

Y a nuestros compañeros y amigos de la escuela profesional de Ingeniería Civil, que contribuyeron a en esta investigación.



RESUMEN

La investigación “Análisis comparativo de la productividad de mano de obra utilizando las herramientas del Lean Construction: 5’s y cartas balance, en un modelo de ejecución por procesos y ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo en la residencial Zafiro, distrito de Wanchaq – Cusco. “Analizó la productividad de mano de obra antes y después de la implementación la metodología Lean Construction usando las herramientas de carta balance para determinar el grado de impacto en su aplicación.

Se planteó la implementación de la herramienta lean construction 5’S con el objetivo de eliminar desperdicios o mudas en las partidas de asentado de muros y tarrajeo, de ese modo generar un impacto visual ameno, mejorando el confort del personal en su área de trabajo y mejorando la eficiencia en los procesos constructivos que afecta directamente a la productividad de manos de obra e incrementar el porcentaje de trabajo productivo , el check list permitió reducir errores provocados por falta de atención humana y asegurar las condiciones de trabajo, flujos y calidad antes, durante y después de la ejecución además de realizar la implementación de modelos de elección de procesos a flujos.

Teniendo una perspectiva de la situación preliminar, finalmente se vuelve a analizar los impactos sobre la aplicación de la metodología lean construction usando como herramienta la carta balance en los recursos de mano de obra siendo los factores de porcentaje de trabajo productivo, contributorio, no contributorio, disminución del tiempo de ejecución, disminución de horas hombre en el procesos constructivo y una reducción de costo de horas hombre viéndose reflejado en un costo.

Teniendo como resultado la disminución de tiempo de ejecución de las partidas de asentado de muros y tarrajeo, se reduce en un 8.33% y 7.76% de tiempo después de la implementación de la metodología lean construction.

PALABRAS CLAVES

Filosofía Lean Construction, Procesos, Flujos, 5’S y Carta balance

**ABSTRACT**

The present investigation "COMPARATIVE ANALYSIS OF LABOR PRODUCTIVITY USING THE TOOLS OF THE LEAN CONSTRUCTION: 5'S AND BALANCE LETTERS, IN A MODEL OF EXECUTION BY PROCESSES AND EXECUTION BY FLOWS IN THE MATCHES OF SETTING OF WALLS AND TARRAJEO IN THE RESIDENTIAL SAPPHIRE, DISTRICT OF WANCHAQ - CUSCO. "Aims to analyze productivity before and after implementation of the lean construction methodology through the balance sheet and determine the degree of impact on its use in the construction sector, through continuous improvement, minimize losses and maximize the value of the final product , designed jointly with the client. From the application of techniques that increase the productivity of the construction processes, we manage to improve the total profitability of the project and eliminate the waste, or "everything that does not add value to the final product". In addition, the performance of the planning and control systems are measured and improved. For likewise analyze the preponderant factors that affect the decrease in labor productivity, on valuation of material, time and work redone and greater waste.

The implementation of the lean construction tools of 5s is proposed, so that it has the objective of eliminating waste or dumb, and to ensure a clean and orderly work environment, thereby generating a pleasant visual impact, improving the comfort of the personnel in their area of work and improving process efficiency and check list that will reduce errors caused by lack of human attention because it will ensure working conditions, flows and quality before, during and after the execution of incident items.

KEYWORDS

Continuous improvement, waste, flows



INTRODUCCIÓN

Debido a que el crecimiento poblacional la adquisición de proyectos multifamiliares en los departamentos en la ciudad del Cusco se ha visto incrementada por ello el sector de la construcción es una de las actividades que contribuye más al PBI del país.

A la vez el sector de la construcción es una de las actividades con menor desarrollo de tecnología, por ello es necesario implementar nuevas metodologías de construcción que vienen siendo aplicadas en otros países que nos permitan generar recursos procesados con la misma o mejor calidad optimizando recursos humanos, materiales, tiempo y costo, de esta manera nos permitiría competir en mercados.

La Filosofía Lean Construction es un conjunto de herramientas que se basa en la mejora continua, que tiene como características mitigar perdidas de recursos componentes en un proyecto, reducir plazos de ejecución, disminuir desperdicios y materiales, aumentar el valor de la calidad y seguridad entre otras.

En la presente investigación se desarrollan en dos partidas incidentes específicas que representan la mayor cantidad de desperdicio de mano de obra y recursos, posee cinco capítulos en el que se darán paso a la problemática encontrado y planteamiento y solución, base teórica de la metodología Lean Construction, proceso de recopilación de información, procesamiento de datos, implementación y por ultimo las discusiones y conclusiones del proceso de pre y post de la implementación.



ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1

1. Planteamiento Del Problema.....	1
1.1. Identificación Del Problema.....	1
1.1.1. Descripción Del Problema	1
1.1.2. Formulación Interrogativa Del Problema	3
1.2. Justificación E Importancia De La Investigación.....	4
1.2.2. Justificación Técnica.....	4
1.2.3. Justificación Social	4
1.2.4. Justificación Por Vialidad	5
1.2.5. Justificación Por Relevancia	5
1.3. Limitaciones De La Investigación	6
1.4. Objetivo De La Investigación.....	6
1.4.2. Objetivo General	6
1.4.3. Objetivos Específicos.....	6

CAPITULO 2

2. Marco Teórico.....	8
2.1. Antecedentes De La Investigación	8
2.1.1. Internacionales	8
2.1.2. Nacionales.....	9
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes	10
2.2.1. Filosofía Lean Construction.....	10
2.2.2. Herramientas De Control	24
2.2.3. Productividad En Obra.....	25
2.2.4. Modelos De Ejecución	39
2.2.5. Procura De Materiales.....	43
2.2.6. Sectorización.....	45
2.2.7. Representaciones Graficas	47
2.3. Marco Conceptual.....	48
2.4. Hipótesis	50
2.4.1. Hipótesis General.....	50
2.4.2. Hipótesis Específicas.	50
2.5. Definición De Variables	51



2.5.1. Variable Dependiente..... 51
2.5.2. Variable Independiente 51
2.5.3. Cuadro De Operacionalización De Variables 53

CAPITULO 3

3. Metodología 54
3.1. Metodología De La Investigación 54
3.1.1. Enfoque De La Investigación..... 54
3.1.2. Nivel O Alcance De La Investigación 54
3.1.3. Método De Investigación 54
3.2. Diseño De La Investigación 54
3.2.1. Diseño Metodológico..... 54
3.2.2. Diseño De Ingeniería 55
3.3. Población Y Muestra 60
3.3.1. Población..... 60
3.3.2. Muestra 61
3.3.3. Criterios De Inclusión 62
3.4. Instrumentos 62
3.4.1. Instrumentos Metodológicos..... 62
3.4.2. Instrumentos De Ingeniería 65
3.5. Procedimiento De Recolección De Datos 65
3.5.1. Productividad De La Mano De Obra Pre Implementación 67
3.6. Toma De Datos Pre- Implementacion 5s..... 72
3.6.1. Formatos De Encuestas..... 75
3.6.2. Procedimientos De Análisis De Datos 77
3.7. Implementación De Metodología Lean (5's) En Campo..... 87
3.8. Toma De Datos De Mano De Obra Post Implementación 112

CAPITULO 4

4. Resultados 116
4.1. Datos De Caso De Estudio 116
4.2. Comparación De Productividad De La Mano De Obra Pre Y Post Implementación.. 119
4.2.1. Comparación De Metrados 119
4.3. Comparación De Trabajos Productivos 129



CAPITULO 5

5. Discusión.....	153
5.1. Prueba De Hipótesis	153
5.1.1. Prueba De Las Hipótesis Generales	153
5.1.2. Prueba De Las Hipótesis Especificas.....	155
5.2. Discusión	158
5.2.1. Discusión De Resultados	158
5.3. Conclusiones.....	159
5.4. Recomendaciones	161
5.5. Referencias	163
5.6. Anexos	166



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ubicación Geográfica de la investigación</i>	2
Tabla 2 <i>Ubicación Política de la investigación</i>	2
Tabla 3 <i>Significado de las 5'S</i>	14
Tabla 4 <i>Frecuencia de uso</i>	17
Tabla 5 <i>Factores que afectan al rendimiento de mano de obra</i>	32
Tabla 6 <i>Operacionalización de variables dependientes e independientes</i>	53
Tabla 7 <i>Registro de Trabajadores-Grupo Inmobiliario el Edén</i>	60
Tabla 8 <i>Muestra Representativa del Personal</i>	61
Tabla 9 <i>Modelo de Carta Balance</i>	63
Tabla 10 <i>Formato de Metrado-Asentado de Muros</i>	64
Tabla 11 <i>Formato de Metrado-Tarrajeo</i>	64
Tabla 12 <i>Plan Maestro de Implementación 5'S</i>	66
Tabla 13 <i>Resultados generales de mediciones de ocupación del tiempo de 50 obras en Lima</i>	69
Tabla 14 <i>Sub Actividades-Asentado de Muros</i>	70
Tabla 15 <i>Sub Actividades-Tarrajeo</i>	70
Tabla 16 <i>Escala Likert</i>	78
Tabla 17 <i>Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Costo</i> ..	78
Tabla 18 <i>Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Tiempo</i>	79
Tabla 19 <i>Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Material</i>	80
Tabla 20 <i>Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Mano de obra</i>	80
Tabla 21 <i>Matriz de prioridad General</i>	81
Tabla 22 <i>Cronograma de obra-Residencial Zafiro</i>	82
Tabla 23 <i>Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Costo</i>	84
Tabla 24 <i>Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Tiempo</i>	84
Tabla 25 <i>Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Material</i>	85
Tabla 26 <i>Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Mano de obra</i>	85
Tabla 27 <i>Matriz de prioridad General - Partidas incidentes</i>	86
Tabla 28 <i>Cuadro comparativo de herramientas Lean Construction</i>	88
Tabla 29 <i>Cuadro comparativo de herramientas Lean Construction</i>	88
Tabla 30 <i>Cuadro comparativo de herramientas Lean Construction</i>	89
Tabla 31 <i>Causas y soluciones de las principales fuentes de pérdidas</i>	91
Tabla 32 <i>Datos principales para el cálculo de material de Asentado de Muros</i>	99
Tabla 33 <i>Datos principales para el cálculo de material de Tarrajeo</i>	99
Tabla 34 <i>Metrado de material para la actividad de Asentado de Muros</i>	100
Tabla 35 <i>Metrado de material para la actividad de Tarrajeo</i>	100
Tabla 36 <i>Asignación de cuadrilla en partida incidente de Asentado de Muros</i>	105
Tabla 37 <i>Metrado de material para la actividad de Tarrajeo</i>	105
Tabla 38 <i>Formato de Check List</i>	109
Tabla 39 <i>Resumen de aplicación de las 5'S</i>	110
Tabla 40 <i>Presupuesto- Residencial Zafiro</i>	119
Tabla 41 <i>Personal Jerárquico -Grupo Inmobiliario el Edén</i>	119
Tabla 42 <i>Control de metrados Operario 1-Asentado de Muros</i>	121
Tabla 43 <i>Control de metrados Operario2-Asentado de Muros</i>	122
Tabla 44 <i>Control de metrados Operario3-Asentado de Muros</i>	123
Tabla 45 <i>Control de metrados Cuadrilla de Asentado de Muros</i>	124



Tabla 46	<i>Control de metrados Operario 1 de la Partida de Tarrajeo.....</i>	<i>125</i>
Tabla 47	<i>Control de metrados Operario 2 de la Partida de Tarrajeo.....</i>	<i>126</i>
Tabla 48	<i>Control de metrados Cuadrilla de la Partida de Tarrajeo</i>	<i>128</i>
Tabla 49	<i>Porcentajes de TP, TC Y TNC en pre y post implementación-Asentado de muros</i>	<i>140</i>
Tabla 50	<i>Resumen de TP, TNC Y TNC en pre y post implementación.....</i>	<i>140</i>
Tabla 51	<i>Porcentajes de TP, TC Y TNC en pre y post implementación-Tarrajeo de muro..</i>	<i>152</i>
Tabla 52	<i>Resumen de TP, TNC Y TNC en pre y post implementación-Tarrajeo de muro...</i>	<i>152</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen Satelital de la ubicación de la Residencial Zafiro.....	2
Figura 2. Orientaciones según su entorno.....	14
Figura 3. Estrategia de las 5'Ss.....	15
Figura 4. Diagrama de flujo para la clasificación.....	15
Figura 5. Círculo de frecuencia de uso.....	16
Figura 6. Identificación del lugar según la frecuencia de uso.....	17
Figura 7. Productividad de la mano de obra	28
Figura 8. Interacción en un sistema productivo	29
Figura 9. Tipos de desperdicios	30
Figura 10. Modelo de conversión de procesos.....	40
Figura 11. Modelo de conversión de procesos - CPM.....	40
Figura 12. Modelo de conversión de procesos - WBS.....	41
Figura 13. Modelo de flujo de procesos.....	43
Figura 14. Diagrama de Pareto.....	47
Figura 15. Grafica pastel.....	47
Figura 16. Curva de productividad.....	48
Figura 17. Flujograma-Etapa (I)	55
Figura 18. Flujograma-Etapa (II)	56
Figura 19. Flujograma-Etapa (III).....	57
Figura 20. Flujograma-Etapa (IV).....	58
Figura 21. Flujograma-Etapa (V).....	59
Figura 22. Variabilidad de Trabajo Productivo.....	68
Figura 23. Variabilidad de Trabajo Contributorio	68
Figura 24. Variabilidad de Trabajo No Contributorio	68
Figura 25. Ecuación para el cálculo de número de mediciones	71
Figura 26. Lecturas de TP, TC Y TNC -Pre implementación 5S	73
Figura 27. Lecturas de TP, TC Y TNC -Pre implementación 5S (Campo)	74
Figura 28. Encuesta realizada en campo	75
Figura 29. Procedimiento de Encuesta-Tarrajeo.....	76
Figura 30. Procedimiento de encuesta-Asentado de Muros.....	76
Figura 31. Principales fuentes de baja productividad	90
Figura 32. Flujograma de asentado de muros	94
Figura 33. Flujograma de Tarrajeo.....	94
Figura 34. Charla N° 1	96
Figura 35. Charla N° 2	96
Figura 36. Charla N° 3	97
Figura 37. Charla N° 4	97
Figura 38. Charla Personalizada al equipo de Asentado de muros	98
Figura 39. Zonificación -Partida Asentado de Muros.....	102
Figura 40. Zonificación - Partida Tarrajeo.....	103
Figura 41. Sectorización General	104
Figura 42. Layout de Obra General.....	106
Figura 43. Layout de Obra - Sector 1.....	107
Figura 44. Layout de Obra - Sector 2.....	107
Figura 45. Layout de Obra - Sector 3.....	108
Figura 46. Porcentaje cumplimiento 5'S	111
Figura 47. Porcentaje promedio de cumplimiento de las 5'S.....	112
Figura 48. Lecturas de TP, TC Y TNC -Post implementación 5S.....	114



Figura 49. Lecturas de TP, TC Y TNC -Post implementación 5S (Campo)..... 115

Figura 50. Ubicación de la Residencial Zafiro..... 117

Figura 51 Resultados de la semana 1-OP-1, Pre implementación 130

Figura 52 Resultados de la semana 1-OP-1, Post implementación..... 132

Figura 53 Resultados-Diagrama de barras-OP-1, Pre implementación 134

Figura 54 Resultados-Diagrama de barras-OP-1, Post implementación..... 135

Figura 55 Curvas de productividad del TP - Asentado de Muros, Op 1 136

Figura 56 Curvas de productividad del TC - Asentado de Muros, Op 1. 136

Figura 57 Curvas de productividad del TNC - Asentado de Muros, Op 1..... 137

Figura 58 Curvas de productividad del TC - Asentado de Muros, Cuadrilla 138

Figura 59 Curvas de productividad del TC - Asentado de Muros, Cuadrilla 138

Figura 60 Curvas de productividad del TNC - Asentado de Muros, Cuadrilla..... 139

Figura 61 Resultados de la semana 1-OP-1, Pre implementación 142

Figura 62 Resultados de la semana 1-OP-1, Post implementación..... 144

Figura 63 Resultados-Diagrama de barras-OP-1, Pre implementación 146

Figura 64 Resultados-Diagrama de barras-OP-1, Post implementación..... 147

Figura 65 Curvas de productividad del TP - Tarrajeo de Muros, Op 1 148

Figura 66 Curvas de productividad del TC - Tarrajeo de Muros, Op 1 149

Figura 67 Curvas de productividad del TNC - Tarrajeo de Muros, Op 1 149

Figura 68 Curvas de productividad del TP - Tarrajeo de Muros, Cuadrilla 150

Figura 69 Curvas de productividad del TC - Tarrajeo de Muros, Cuadrilla 151

Figura 70 Curvas de productividad del TNC - Tarrajeo de Muros, Cuadrilla 151



CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los procesos constructivos actuales, generan una gran cantidad de desperdicio debido a muchos factores en material, mano de obra, tiempo, planificación y procesos inadecuados que a su vez se ven reflejados en pérdidas económicas.

Los índices de crecimiento del sector de la construcción en los últimos años ha generado una competitividad en la construcción de nuevos proyectos en el sector privado pues estas empresas constructoras buscan optimizar recursos, reducir perdidas y aumentar el valor de los productos.

Las nuevas metodologías de construcción contribuyen a reducir los desperdicios en el proceso constructivo, entre ellos sabemos que el Lean Construction es una metodología para analizar los procesos constructivos de tiempos de ejecución planificada con respecto a lo ejecutado en el proyecto, uno de sus principales objetivos es que todas las fases de un proyecto sean más eficientes.

Por lo descrito se plantea la mejorar procesos en las diferentes etapas constructivas basados en la metodología de Lean Construction desde el inicio de obra y durante el proceso de ejecución.

En esta investigación planteamos buscar la eficiencia en las actividades de asentado de muros, tarrajeo y a su vez esta se vea reflejada en la mejora de la productividad de mano de obra, disminución de costo, tiempo de ejecución y elevar el valor de la calidad, esto con la utilización de las herramientas de la metodología Lean Construction.

Entonces mediante algunos antecedentes de esta investigación es posible plantear la propuesta de prácticas, que ayudan a la implementación del manejo del lean Construction.

1.1.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se desarrolló en el departamento del Cusco, Distrito de Wanchaq en el Proyecto Residencial Zafiro ubicada en la Avenida Mateo Pumacchahua siendo el promotor el

Grupo Inmobiliario el Edén y ejecutada por Antares Cia Constructora, la investigación será desarrollada en in situ es decir aplica mejoras en el proceso constructivo en las diferentes etapas con asesoramiento de los docentes de la Universidad Andina del Cusco y supervisión del personal técnico de la empresa ejecutora, la cual tiene las siguientes coordenadas de ubicación:

Tabla 1
Ubicación Geográfica de la investigación

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM		ZONA
LATITUD	LONGITUD	ESTE	NORTE	
13°31'52.54"S	71°57'58.54"O	178904.0 m E	8502167 m S	19L

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2
Ubicación Política de la investigación

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
CUSCO	CUSCO	WANCHAQ

Fuente: Elaboración Propia

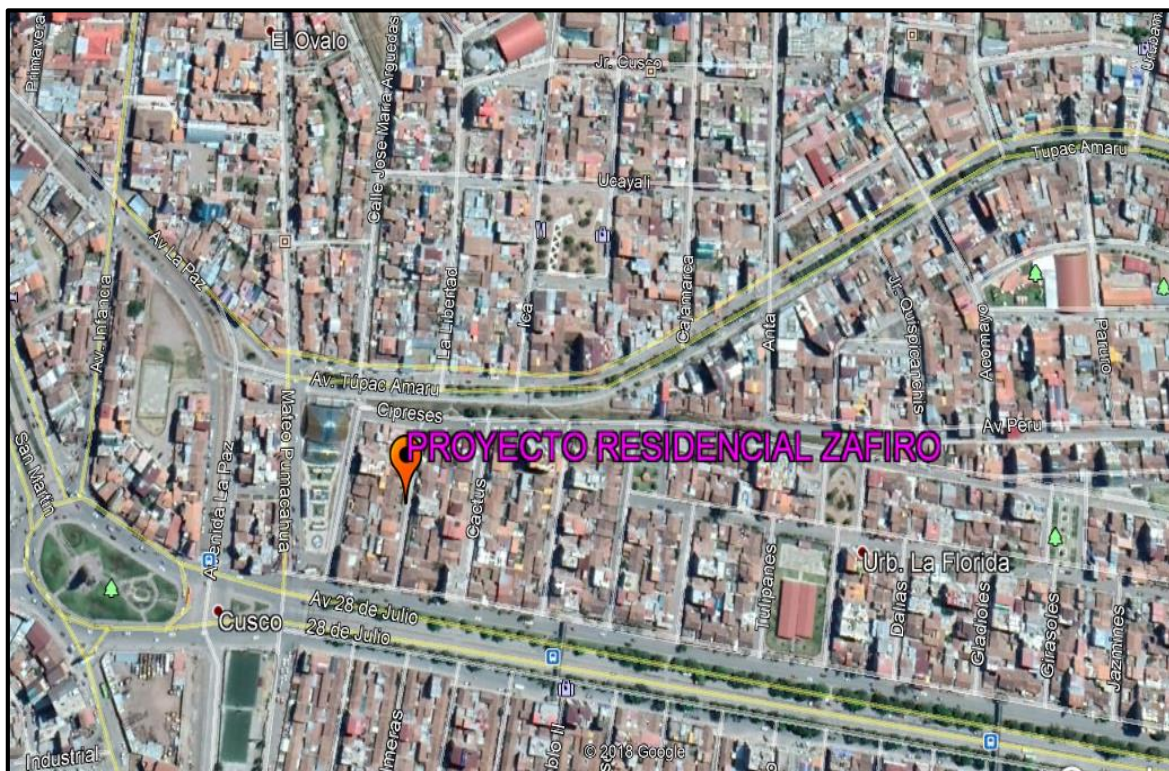


Figura 1. Imagen Satelital de la ubicación de la Residencial Zafiro

Fuente: Google Earth Pro.



1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el análisis comparativo de la productividad de mano de obra utilizando las herramientas del Lean Construction: 5'S y Cartas Balance, en un modelo de ejecución por procesos y ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo en el residencial Zafiro, Distrito de Wanchaq – Cusco?

1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PROBLEMA ESPECIFICO 1

¿Cuál es el porcentaje del trabajo productivo, Contributorio y no Contributorio de la mano de obra en un modelo de ejecución por procesos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo?

PROBLEMA ESPECIFICO 2

¿Cuál es el porcentaje del trabajo productivo, Contributorio y no Contributorio de la mano de obra en un modelo de ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo?

PROBLEMA ESPECIFICO 3

¿Cuál será el comportamiento de la curva de productividad de la mano de obra utilizando las herramientas del Lean Construction: 5'S y Cartas Balance en un modelo de ejecución por procesos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo?

PROBLEMA ESPECIFICO 4

¿Cuál será el comportamiento de la curva de productividad de la mano de obra utilizando las herramientas del Lean Construction: 5'S y Cartas Balance en un modelo de ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo?



1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La investigación posee justificación técnica debido a que tenemos una base en una variedad de cursos que la Universidad Andina del Cusco nos brindó, entre los cuales están: Construcciones, Planificación de obras, Gerencia en la Construcción, Costos y Presupuestos y Productividad en obras; esta última teniendo como base fundamental y principal para la presente investigación, a partir del conocimiento obtenido de los cursos mencionados, se justifica la realización de la investigación. Además de esto la investigación tiene una justificación en forma práctica y metodológica, por que resuelve un problema que se ve a menudo en las construcciones actuales de la ciudad del Cusco, esto con la finalidad de optimizar recursos como pueden ser de: tiempo, costo, material, mano de obra, tomando como herramienta metodológica el Lean Construction. La recopilación de información real de obra y juntamente con la elaboración de formatos de: zonificaciones a partir de partidas, procura de material, layout de obra, asignación de cuadrillas, se estará optimizando y reduciendo el rendimiento de mano de obra y tiempos de muda o desperdicio respectivamente. Los antecedentes tomados para la presente investigación indican como conclusiones en mejoras en la producción, el cumplimiento de las metas y optimización del tiempo, este último transformándose en un ahorro económico y por ende generando competitividad de la empresa.

1.2.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La presente investigación será un aporte a la Universidad Andina del Cusco y estudiantes que pronto realizarán su trabajo de tesis, quienes a su vez podrán mejorar y optimizar los procedimientos que se realizarán en esta tesis. Además, puede ser de mucha importancia para estudiantes de otras universidades locales y nacionales que deseen investigar en el tema expuesto.

En la medida de ser publicado la presente investigación sera una fuente confiable para rangos de porcentajes de tipos de trabajos productivos en la ciudad del cusco.

Además de ser un aporte a la Universidad Andina del Cusco, esta investigación beneficiara a profesionales en Ingeniería Civil dedicado al ámbito de la construcción, pues contarán con una información y datos verídicos de sobre tipos de trabajos, rendimientos en nuestra región además de las ventajas de la aplicación de la metodología Lean Construction en la mejora de



procesos de un proyecto desde la concepción y la ejecución adecuada que a su vez se verán reflejados en los costos, dando un valor agregado de calidad.

Así mismo beneficiará a buscar nuevas soluciones al problema de calidad, tiempo desperdicios en los procesos constructivos de vivienda y que la sociedad tenga un acceso razonable de vivienda.

1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

La investigación es viable, debido a que tenemos el conocimiento previo de la aplicación de la herramienta Lean Construction, conocimientos impartidos por la Universidad Andina del Cusco, programas y software relacionado con la construcción, cursos y capacitaciones externas a la universidad.

Un punto importante es que se cuenta con el respaldo directo de la gerencia de ambas empresas, de hecho participamos en la ejecución del proyecto residencial Kala el año 2017 de donde se extrajo información real para la posterior aplicación en el proyecto residencial Zafiro durante los años 2018 y 2019.

1.2.5. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

Esta investigación se justifica, tomando como herramienta la metodología Lean Construction, se reducirá los desperdicios mejorando la productividad, la manera los procesos constructivos y optimizando los recursos.

Creando un sistema de mejores prácticas de construcción y además de estar orientado a la optimización de los trabajos, reduciremos tiempos muertos, materiales de obra en exceso, disminución de costos, mejorando de la calidad y sobre todo aumentando la productividad y que a finales este se verá reflejado en un ahorro económico de ejecución.

Mediante esta metodología se asegurará que el producto del proyecto, esté claramente definido y acordado por todas las partes implicadas, se puede observar en la actualidad que la construcción de edificaciones en la ciudad del Cusco crece a ritmos acelerados y es por eso que ya se necesita acceder a nuevas técnicas, metodologías modernas que faciliten la gestión y la ejecución del proyecto y que su vez permitan a estas empresas crecer y ser competitivas en el mercado de la construcción, por tanto la presente investigación es relevante.



1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- **OBTENCIÓN DE DATOS**, según bibliografía usada para llegar a una confiabilidad de un 95% la cantidad de lecturas de carta balance debía ser 385 cada una representada por 1 minuto, pues la carta balance no es un instrumento estadístico y que el grado de efectividad no se basa en la mayor cantidad de lecturas, de hecho prevalece más la forma y distribución de recolección de datos pues para el personal obrero estar prácticamente vigiado por personal técnico induce a errores constructivos e incomodidad.

Por lo que la cantidad de lecturas para la obtención de datos se limita a la cantidad más que a la forma de obtención de datos pausados y menos incómodos para el personal obrero

- **COSTOS**, la investigación se enfoca a minimizar los desperdicios de recursos que se usan en un proyecto de infraestructura, en específico la mano de obra y el impacto positivo al implementar las herramientas de la metodología lean construction.

La aplicación de la metodología lean construction asegura cuadrillas menos saturadas, menos desperdicio de material, menor tiempo global de ejecución del proyecto, disminución de trabajos rehechos etc., optimizaciones que pueden estar reflejados en costos y la investigación se limita a este recurso expuesto.

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.2. OBJETIVO GENERAL

Analizar el resultado de la productividad de la mano de la obra posterior a la utilización de las herramientas del Lean Construction: 5'S y Cartas Balance, en un modelo de ejecución por procesos y ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo en la residencial Zafiro, distrito de Wanchaq – cusco

1.4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO ESPECIFICO 1

Obtener los porcentajes de trabajo productivo, Contributorio y no Contributorio de la mano de obra en un modelo de ejecución por procesos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo.



OBJETIVO ESPECIFICO 2

Obtener los porcentajes de trabajo productivo, Contributorio y no Contributorio de la mano de obra en un modelo de ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo.

OBJETIVO ESPECIFICO 3

Obtener el comportamiento de la curva de productividad utilizando las herramientas del Lean Construction: 5'S y Cartas Balance en un modelo de ejecución por procesos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo.

OBJETIVO ESPECIFICO 4

Obtener el comportamiento de la curva de productividad utilizando las herramientas del Lean Construction: 5'S y Cartas Balance en un modelo de ejecución por flujos en las partidas de asentado de muros y tarrajeo.



CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

Cardenas & Duarte, (2011), en su investigación: **“Implementación de las herramientas de medición de pérdidas en la etapa de acabados bajo la metodología de construcción sin perdidas”**, realizado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela de Ingenierías y Administración de la Universidad Pontificia Bolivariana – Colombia. Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero Civil.

Dicha investigación tiene como objetivo “implementar las herramientas de medición de perdidas bajo la metodología de construcción sin perdidas en una empresa constructora de la ciudad de Bucaramanga, buscando optimizar el proceso constructivo en la etapa de acabados”

Las conclusiones más relevantes tomadas del antecedente son las siguientes:

- Si se quiere mejorar la productividad de un proyecto cualquiera que sea mediante la filosofía Lean Construction, es necesario que haya un compromiso total desde las esferas más altas de la compañía, hasta el trabajador más nuevo que exista haciéndolos partícipes de todo el proceso e involucrándolos proporcionalmente a la obra.
- En general se puede observar que los tiempos productivos y los no contributorio presentan un mejor desempeño en el proyecto de apartamentos, es decir, proyectos en altura, comparado con el proyecto de casas que abarca una extensión más grande, por lo tanto, los trabajadores tienen mayores posibilidades de evadirse de sus labores y la supervisión se hace más compleja, además de que los desplazamientos demandan más tiempo.
- La caracterización de procesos fue un paso muy importante durante el estudio realizado, ya que esto permite tener conocimientos amplios acerca de los requisitos antes, durante y después de la ejecución de la actividad para así tener así estar en la capacidad de identificar exactamente que debe el trabajador en cada labor, y de esta forma disminuir el porcentaje de error durante toma de tiempos.



Esta investigación recomienda que haya una constante supervisión y que antes de dar inicio la actividad a analizar se brinde al personal todos los materiales y herramientas necesarios, de esta manera se evitaran movimientos incensarios y esperas.

2.1.2. NACIONALES

Corahua & Lozano, (2017), realizo la investigación **“Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales: columnas, placas, vigas y losas aligeradas en la residencial Gold San Francisco en la ciudad del Cusco, 2014”**, realizado en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco - Perú. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Dicha investigación tiene como objetivo **“Analizar el efecto producido por la aplicación de la filosofía Lean Construction, en la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales: columnas, placas, vigas y losas aligeradas de la Residencial Gold San Francisco en la ciudad del Cusco”**

Conclusiones más relevantes de la investigación:

- La metodología de las 5'S” de la filosofía Lean Construction, según el método AHP (proceso analítico jerárquico), es la que presenta mayor adaptabilidad al sector reduciendo las principales fuentes de pérdidas en 1.40%, de 6.68% a 5.28%, al ser aplicado en la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales: columnas, placas, vigas y losas aligeradas de la Residencial Gold San Francisco en la ciudad de Cusco.
- Con la aplicación de la filosofía Lean Construction, el proyecto experimentó un 8.1% de impacto positivo, obteniéndose una productividad de la mano de obra post-aplicación de 39.5%.

Esta investigación recomienda la motivación hacia el personal, ya sea a través de charlas u oportunidades que se presenten; es importante que ellos conozcan que su trabajo es reconocido, esto contribuirá a mejorar el ambiente de trabajo, la satisfacción del personal e incluso a mejorar su rendimiento. Además de entablar una comunicación efectiva a los equipos de trabajo en cada frente de su labor.



2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

2.2.1. FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction persigue la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la empresa, que consiste fundamentalmente en minimizar o eliminar todas aquellas actividades y transacciones que no añaden valor, a través de la optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente, dentro de un marco ecológico con el entorno. Así lo afirma, (Pons, 2014) así mismo la metodología Lean Construction, construcción sin pérdidas busca fortalecer los sistemas de gestión de producción, así como el proceso de producir algo, centrándose su trabajo en el manejo de un sistema bien planificado operacional y diseño de procesos, (Ghio, 2001).

Y según el **Instituto de Lean Construction (ILC)**, Lean construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. Entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva. A la vez en la investigación de (Castro & Ruiz, 2014), precisa que la Filosofía Lean Construction es una gestión de producción, cuyo enfoque se basa en la entrega del proyecto, una nueva manera de diseñar y construir.

2.2.1.1. HISTORIA DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

El término “lean” se origina en el Japón a fines de la década de los 50 e inicios de los 60, como producto de las investigaciones realizadas por ingenieros de la empresa ensambladora de automóviles Toyota Motor, que pretendía mejorar su línea de producción. Uno de los más reconocidos en el tema fue el ingeniero Taiichi Ohno, encargado de la producción, quien buscaba eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes sustituyendo la tradicional producción en masa por la producción a pedido del cliente y evitar, además, la acumulación de mercancía. Con las investigaciones se desarrolló lo que se conoce como “producción Lean” o “producción sin pérdidas”, que comprende una gran variedad de sistemas de producción que comparten el principio de minimización de pérdidas. (Porrás, Sanchez, & Galvis, 2014).



A su vez (Pons, 2014), indica que el finlandés Lauri Koskela Durante su estancia en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, escribió el documento Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción, en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993.

En la investigación de Porras, Sanchez, & Galvis, (2014), precisan que otros investigadores, como Glenn Ballard, aportaron herramientas para la adaptación de la producción “Lean” al sector constructivo. Ballard empezó a trabajar con Koskela luego de oírlo hablar en una conferencia en la Universidad de Berkeley, y juntos conformaron el Grupo Internacional de *Lean Construction*, surgido durante la primera conferencia sobre sistemas de gestión de proyectos de construcción en 1993 en Helsinki- Finlandia, donde se decide usar, por primera vez, la expresión “*lean construction*” para referirse a la implementación de la nueva filosofía de producción en el sector constructivo. En 1997 Glenn Ballard y Greg Howell crearon el Lean Construction Institute con el objetivo de desarrollar y difundir nuevos conocimientos en la gestión de proyectos, ya que en los proyectos de construcción tradicionalmente no se respetaban los principios de diseño y la gestión de los procesos de producción mediante el enfoque diseño-licitación construcción no era completamente óptima para lograr buenos beneficios por el contrario se tenían atrasos en la finalización de la mayoría de ellos, sobrecostos para los constructores y clientes insatisfechos por las demoras.

2.2.1.2. PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION

Los principios según Gutierrez, (2011), son los siguientes:

1. Reducir las actividades que no aportan valor al cliente.

Las actividades innecesarias son todas aquellas que no atribuyen valor al producto (la construcción), por eso deben ser eliminadas. Por ejemplo: reducir desperdicios del proceso, eliminar actividades innecesarias y optimizar/mejorar actividades auxiliares como el transporte o la inspección.



2. Aumentar el valor del producto / servicio a partir de las consideraciones de los clientes externos / internos.

El concepto de valor debe ser considerado desde el punto de vista del cliente (interno y externo). De esta forma, debe ser conocido lo que el cliente valora para garantizar su satisfacción. Por ejemplo, investigación de mercado y evaluación postventa.

3. Reducir la variabilidad

Para aplicar este principio es necesario reducir la variabilidad en el proceso productivo. Por ejemplo: materiales defectuosos, procedimientos no estandarizados y necesidades específicas de los clientes involucrados en el proceso.

4. Reducir el tiempo de ciclo

Este principio se relaciona como la optimización de los tiempos involucrados en la obra relacionados con transportes necesarios, inspección obligatoria y de calidad de proceso y una mayor reducción de improductivos (espera y retrabajos). Por ejemplo: una forma de reducir el tiempo de ciclo sería estandarizar el proceso productivo con el fin de disminuir las actividades que no agregan valor y optimizar tiempos auxiliares.

5. Minimizar los pasos para simplificar el proceso

Significa simplificar o reducir el número de actividades en un proceso productivo. Estas tienden a ser mayores a medida que aumentan el número de componentes o de pasos de un proceso. Por ejemplo: una forma de minimizar el número de pasos y partes sería la utilización de elementos prefabricados, o uso de cuadrillas polivalentes y cédulas de producción.

6. Aumentar la flexibilidad de las salidas

Se puede definir con la mejora de las características del producto entregado a los clientes sin aumentar el costo de estos. Por ejemplo: productos finales personalizados, uso de tecnologías que permite la personalización del producto sin carga importante para la producción y la formación de mano de obra versátil.



7. Aumentar la transparencia del proceso

Concepto que se relaciona a la mejora del control visual de la producción, la calidad y la organización del lugar del trabajo. Por ejemplo: Aumentar la transparencia significa retirar los obstáculos del camino, dejando informaciones visibles, utilizando las herramientas y controles visuales en la obra y el programa de las 5 S.

8. Centrarse en el proceso global

Conocer el proceso en su totalidad para hacer posible el reconocimiento de los resultados globales de la empresa y probar soluciones mucho más eficaces. Por ejemplo: supervisar el desempeño de las cédulas de producción en las diferentes fases de la construcción.

9. Introducir mejoras continuas en el proceso

Estar abierto a recibir o a buscar informaciones relevantes para agregar el valor al proceso. Por ejemplo: realizar capacitación en obra, introducir nuevos equipamientos y motivar a los trabajadores para sugerir mejoras al proceso.

10. Introducir mejoramiento continuo en los procesos

Observar los procesos y analizar lo que se puede mejorar, tanto en relación con los flujos cuanto a las conversiones. Por ejemplo: una forma de equilibrar la mejora del flujo y las conversiones es la utilización de mecanismos que disminuya el tiempo de la ejecución de una tarea.

11. Benchmarking

Comparar las actividades realizadas entre las empresas, con el fin de identificar las mejores prácticas desarrolladas por el mercado. Por ejemplo: utilizar equipamiento de procesos constructivos innovadores utilizados por empresas líderes en el mercado.

2.2.1.3. METODOLOGÍAS LEAN CONSTRUCTION

METODOLOGÍA DE LAS 5'S

Para Manzano & Gisbert, (2016), la metodología 5'S tiene como objetivos la limpieza y orden del puesto de trabajo, estandarizando el área mediante la delimitación de zonas, el uso de tarjetas de uso, de aparatos, etc. La integración de las 5'S permite motivar a los empleados al

ver cambios visuales positivos en su entorno de trabajo, así como mejorar la eficiencia de los procesos eliminando posibles fallos de calidad. A su vez COMPITE, (2008) indica que el concepto de origen japonés de las 5'S se refiere a la creación de áreas de trabajo más limpias, seguras y visualmente más organizadas.

Las 5'S son bloques sobre los cuales se puede utilizar la producción en flujo, el control visual, y en muchos casos apoyar al justo a tiempo.

Tabla 3
Significado de las 5'S

ETAPA (JAPONÉS)	ETAPA	OBJETIVO
SEIRI	CLASIFICACIÓN	Separar todo lo necesario de los espacios de trabajo.
SEITON	ORDEN	Ordenar el espacio de trabajo para su máximo aprovechamiento y eficacia.
SEISO	LIMPIEZA	Eliminar la suciedad para aumentar el nivel de limpieza
SEIKETSU	ESTANDARIZACIÓN	Definir un estándar de organización de orden y limpieza.
SHITSUKE	MANTENER LA DISCIPLINA	Mejora continua a través de motivar y fomentar los esfuerzos.

Fuente: Navarlaz, (2014)

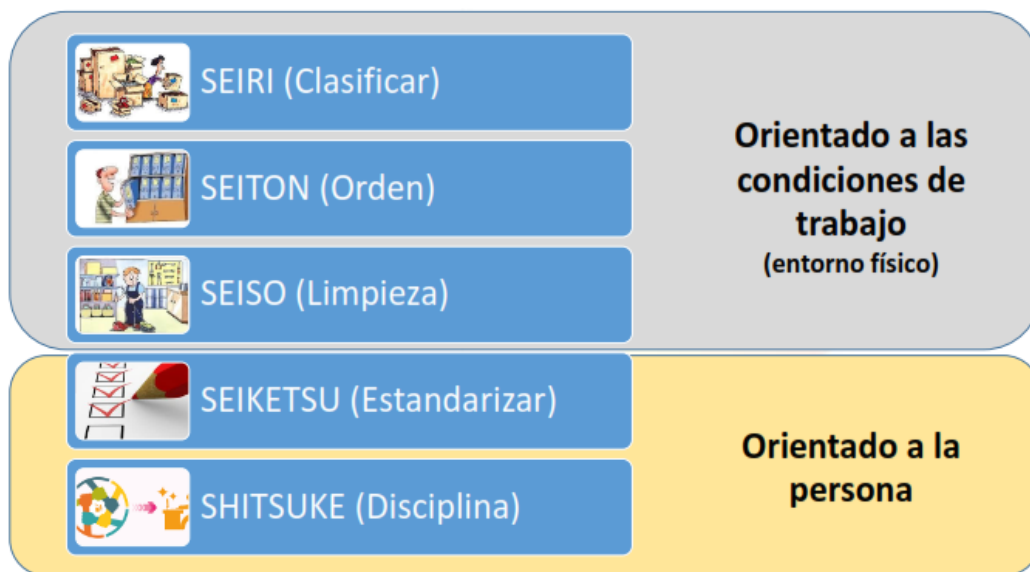


Figura 2. Orientaciones según su entorno.

Fuente: SIG Consulting, (2018)

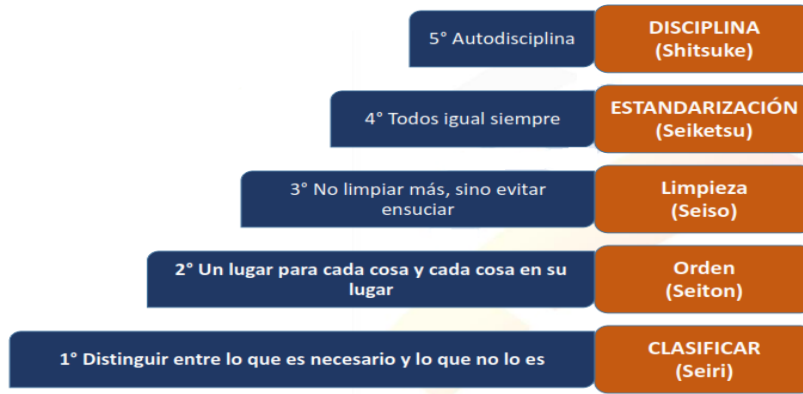


Figura 3. Estrategia de las 5'Ss.

Fuente: SIG Consulting, (2018)

Las 5'S pertenece al conjunto de herramientas del Lean Construction, por consiguiente, se especifica y detallan cada una de estas en los siguientes puntos esto según. Manzano & Gisbert, (2016):

I.SEIRI (Eliminar lo innecesario)

Es la primera S que se debe aplicar y consiste como su traducción bien indica en eliminar aquellos objetos que sean innecesarios y no aporten valor alguno al producto final. Para llevar a cabo dicha tarea se deben clasificar los objetos del espacio de trabajo según su utilización, identificando y separando aquellos que son necesarios de los que no lo. De este modo, se eliminan objetos innecesarios en el área de trabajo y se controla el flujo de objetos en la zona de trabajo mejorando la capacidad del espacio.

Para la ejecución del Seiri Vargas, (2004), presenta un flujograma:



Figura 4. Diagrama de flujo para la clasificación.

Fuente: Vargas, (2004)

Se obtiene los siguientes beneficios según Vargas, (2004):

- Más espacio
- Mejor control de inventario
- Eliminación del despilfarro
- Menos accidentalidad

II. SEITON (Ordenar)

La palabra Seiton hace referencia al orden. En este apartado se propone ordenar aquellos elementos necesarios para la realización de las tareas. De este modo, se definen las ubicaciones y se establecen las identificaciones necesarias para cada objeto. Mediante las identificaciones se mejora la búsqueda y retorno de los objetos en el espacio de trabajo, de ese modo cada objeto tiene su sitio y existe un sitio para cada objeto.

De este modo podrá fácilmente visualizar la frecuencia de uso de cada objeto. En un corto espacio de tiempo podrá ver realizada la mejora en el espacio de trabajo, ofreciendo un acceso más rápido a las herramientas, mayor seguridad y mejora en la calidad y eficacia.

Acuña, (2012) menciona en su investigación que “el segundo principio pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes, etc. Asimismo, permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente (...).”



Figura 5. Círculo de frecuencia de uso.

Fuente: Acuña, (2012)

Tabla 4
Frecuencia de uso

FRECUENCIA DE USO	¿DONDE GUARDAR?
En todo momento	Muy cerca
Diario	En estantes, armarios, etc.
Semanal, mensual, entre otros.	En el archivo del área
Esporádica	En el archivo central

Fuente: Corahua & Lozano,(2017)

Rodriguez, (2013) citado por Corahua & Lozano, (2017), indica algunos pasos para ordenar el lugar de trabajo y estos son:

- Definir y preparar los lugares de almacenamiento como armarios, mesas de trabajo, estanterías, etc.
- Determinar un lugar para cada cosa, recordando que lo que más se usa debe estar cerca de la persona.
- Identificar cada mueble y lugar de almacenamiento. Se lo hace de acuerdo a la frecuencia de uso, y se lo suele hacer etiquetando con letras y números los muebles o lugares donde se almacenará los materiales como se aprecia en la figura.
- Identificar cada objeto (herramienta, documento, etc.) con la misma identificación del lugar donde se va a guardar ejemplo figura
- Confeccionar un manual que registre el lugar de almacenamiento de cada objeto. Este deberá estar en un lugar accesible y visible, recolectará información sobre la denominación del objeto, identificación del mueble y el lugar a donde fue enviado.
- Mantener siempre ordenadas las áreas de almacenamiento.

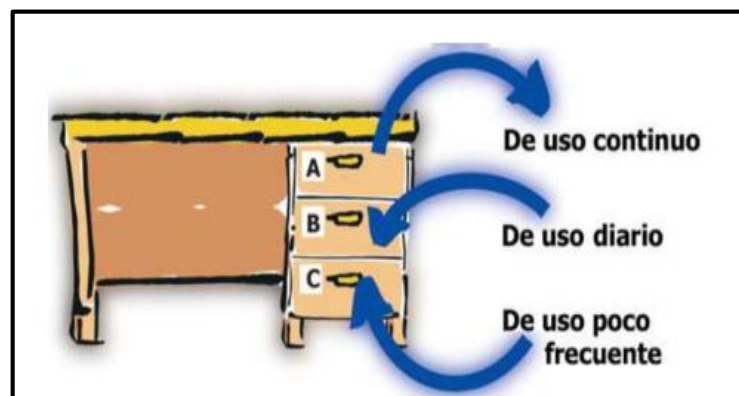


Figura 6. Identificación del lugar según la frecuencia de uso.

Fuente: Corahua & Lozano, (2017)



Se obtiene los siguientes beneficios según Vargas, (2004):

- Nos ayudara a encontrar fácilmente herramientas, documentos y objetos de trabajo, economizando tiempos y movimientos.
- Facilita regresar a su lugar los objetos que hemos utilizado.
- Ayuda a identificar cuando te falta algo
- Da una mejor apariencia.

III. SEISO (limpieza e inspección)

La tercera “S” indica que tras haber eliminado lo innecesario y clasificado aquello realmente necesario para las operaciones a realizar, es necesario realizar una limpieza en el área de implantación de 5’S. De este modo se pretende identificar el fuguai (defecto) y eliminarlo. Así mismo, Seiso incluye la integración de la limpieza diaria como parte de inspección del puesto de trabajo ante posibles defectos y da importancia más al origen de la suciedad y defectos encontrados que a sus posibles consecuencias.

A lo que Acuña, (2012) afirma que en esta en esta etapa se pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización

SIG Consulting, (2018), sugiere seguir pasos para una limpieza efectiva estos son:

- Identifica materiales necesarios y adecuados para la limpieza del área de trabajo
- Identifica materiales necesarios y adecuados para la limpieza del área de trabajo
- Establecer métodos de prevención que eviten que se ensucie el área.
- Implementa actividades de limpieza como rutina

Se espera tener buenas expectativas después de realizar los anteriores pasos como, por ejemplo:

- Facilitar la elaboración de productos de calidad.
- Combinar la limpieza con la inspección de manera que se detecten fallas a tiempo.
- Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.

Se obtiene los siguientes beneficios según Vargas, (2004) y SIG Consulting, (2018):



- Aumentará la vida útil de los equipos e instalaciones
- Menos accidentes
- Mejor aspecto del lugar de trabajo
- Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.
- Menos probabilidad e contraer enfermedades

Las herramientas recomendadas para una buena inspección de la limpieza es implementar los Chek list de inspección y limpieza o tarjetas amarillas.

IV. SEIKETSU (Estandarizar)

Es la “S” mediante la cual se establecen las rutinas necesarias para una correcta implantación de la herramienta en la empresa. Se definen los estándares necesarios para llevar a cabo las tres primeras “S”, de este modo se asegura que las órdenes anteriores se realizan del mejor modo posible. A si mismo Vargas, (2004) menciona que esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

A si mismo SIG Consulting, (2018), precisa que “esta cuarta “S” está diseñada para evitar el deterioro de las actividades previas (3 “S”), es también conocido “bienestar personal” debido a que se adopta un estándar de vida que mejora la higiene, la salud física y mental del individuo”

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Este cuarto principio está fuertemente relacionado con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones. Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución. (Acuña, 2012).

SIG Consulting, (2018), Corahua & Lozano, (2017), sugieren seguir pasos para la estandarización estos son:

- Estandarizar todo y hacer visibles los estándares utilizados.
- Implementar métodos que faciliten el comportamiento apegado a los estándares.



- Compartir la información sin que tenga que buscarse o pedirse
- Se debe mantener lo que se ha logrado con la implantación de las 3 primeras “s”.
- Evitar ensuciar, crear el hábito de utilizar los basureros, además de dejar el área de trabajo limpia al final de la jornada e incluso durante las horas de trabajo.
- Cada trabajador debe tener designada sus tareas diarias de limpieza, ya que ellos son los directamente involucrados y beneficiados de un lugar ordenado y limpio, lo óptimo sería que se vuelva una rutina estas tareas de limpieza.

Se obtiene los siguientes beneficios según Vargas, (2004) y SIG Consulting, (2018):

- La basura a su lugar.
- Favorecer a una gestión visual.
- Estandarizar métodos operativos.
- Formar al personal en los estándares mínimos de trabajo.
- Mejora de la salud.
- Facilita relaciones con los demás.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente
- Los operarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.
- Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- Se guarda el conocimiento producido durante años.

V. SHITSUKE (Disciplina)

La última de las “S” que corresponde a la de disciplina es mediante la cual se procura normalizar la aplicación del trabajo y convertir en hábito todos aquellos estándares establecidos en el punto anterior. Junto a dicho término aparece ligada la palabra autodisciplina y autocontrol en la nueva cultura, todo ello sea para que la herramienta perdure a lo largo del tiempo.

Este resulta ser uno de los pasos más sencillos de la herramienta, pero a su vez de los más complicados. Es sencillo porque únicamente se trata de mantener el estado de las cosas y aplicar las normas establecidas, por otro lado, es de las más complejas porque se debe mantener el interés del personal a lo largo de la implantación de las 5’S.



Acuña, (2012), Afirma que la práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. En lo que se refiere a la implantación de las 5 S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras S se deteriora rápidamente. La disciplina no es claramente visible y no puede medirse objetivamente a diferencia de los otros principios que se explicaron anteriormente.

Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Los pasos para que no se rompan los procedimientos ya establecidos SIG Consulting, (2018), sugiere considerar esto pasos:

- Hacer visibles los resultados de las 5 S's.
- Provocar la crítica constructiva con otras áreas y hasta empresas.
- Promover las 5 S's mediante esquemas promocionales.
- Provocar la participación de todos en la generación de ideas en 5 S's

Se obtiene los siguientes beneficios según Vargas, (2004) y SIG Consulting, (2018):

- Genera un clima de trabajo generando honestidad, respeto y ética en las relaciones interpersonales.
- Manifestar calidad humana en los servicios que se brinda.
- Cumplir eficientemente las obligaciones laborales.
- Se evitan reprimendas y sanciones
- Mejora nuestra eficiencia
- El personal es más apreciado por los jefes y compañeros.
- Mejora la imagen del frente de trabajo.

METODOLOGÍA SIX SIGMA

El método Seis Sigma es una filosofía que apareció en los años ochenta gracias al ingeniero Mikel Harry, a través de la evaluación y análisis de la variación de los procesos en la empresa Motorola.



Seis Sigma es una metodología compuesta por cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Representa el número el número de desviaciones estándar obtenidas a la salida del proceso. Su objetivo de aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen los mínimos defectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles para el cliente. (Navarro, Gisbert, & Perez, 2017)

OBJETIVOS DEL SIX SIGMA

El objetivo de esta metodología es obtener 3, 4 defectos por millón de oportunidades.

Según Navarro, Gisbert, & Perez, (2017), se clasifica la eficiencia de un proceso con base a su nivel sigma:

- 1 sigma = 68,27% de eficiencia.
- 2 sigma = 95,45% de eficiencia.
- 3 sigma = 99,73% de eficiencia.
- 4 sigma = 99,994% de eficiencia.
- 5 sigma = 99,99994% de eficiencia.
- 6 sigma = 99,9999966% de eficiencia.

METODOLOGÍA KANBAN

Actualmente, el término Kanban ha pasado a formar parte de las llamadas metodologías ágiles, cuyo objetivo es gestionar de manera general cómo se van completando las tareas. Kanban es una palabra japonesa que significa “tarjetas visuales”, donde Kan es “visual”, y Ban corresponde a “tarjeta (Gilibets, 2014).

La metodología Kanban se basa en una serie de principios que la diferencian del resto de metodologías conocidas como ágiles.

PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA KANBAN

Según (Gilibets, 2014), los principios de la metodología Kanban son:

- **Calidad garantizada:** Todo lo que se hace debe salir bien a la primera, no hay margen de error. De aquí a que en Kanban no se premie la rapidez, sino la calidad final de las tareas realizadas.



- **Reducción del desperdicio:** Kanban se basa en hacer solamente lo justo y necesario, pero hacerlo bien. Esto supone la reducción de todo aquello que es superficial o secundario (principio YAGNI).
- **Mejora continua:** Kanban no es simplemente un método de gestión, sino también un sistema de mejora en el desarrollo de proyectos, según los objetivos a alcanzar.
- **Flexibilidad:** Lo siguiente a realizar se decide del back log (o tareas pendientes acumuladas), pudiéndose priorizar aquellas tareas entrantes según las necesidades del momento (capacidad de dar respuesta a tareas imprevistas).

METODOLOGÍA JUST IN TIME

El just in time implica una forma de pensar y razonar los negocios como los procesos productivos. Pensar en términos de just in time significa concentrarse en la detección y eliminación sistemática de desperdicios. De allí la potencia del just in time como sistema que lleva a las empresas a lograr resultados sorprendentes. Basta con decir que las empresas que aplican el sistema en cuestión han logrado niveles anuales en la rotación de inventario de dos dígitos llegando en algunos casos a superar las treinta rotaciones, cuando las empresas tradicionales de occidente oscilaban entre las 2,5 y las 5 rotaciones anuales. Ello se logró reduciendo a su mínima expresión el nivel de inventarios, gracias a reducir los tiempos de preparación y cambio de herramientas, reducir a niveles de partes por millón las fallas en los productos, eliminar las averías, y mejorar el layout en la planta productiva. (Perez, 2014, p. 6)

PRINCIPALES OBJETIVOS DEL JUST IN TIME

- Atacar las causas de los principales problemas
- Eliminar despilfarros
- Buscar la simplicidad, diseñar sistemas para identificar problemas

METODOLOGÍA SCRUM

Scrum es una metodología ágil de desarrollo de proyectos que toma su nombre a principios de los estudios realizados sobre nuevas prácticas de producción por Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka a mediados de los 80. Aunque surgió como modelo para el desarrollo de productos tecnológicos, también se emplea en entornos que trabajan con requisitos inestables y que



requieren rapidez y flexibilidad; situaciones frecuentes en el desarrollo de construcciones y de determinados sistemas de software y tecnología en general. (Malpica, 2014).

VENTAJAS DEL SCRUM

- Adecuado manejo de los requerimientos cambiantes
- Incentiva la motivación del equipo de desarrollo
- El cliente se haya involucrado con el proyecto en un mayor grado
- Entrega de un producto funcional al finalizar cada sprint
- Visualización del proyecto día a día
- Permite superar satisfactoriamente los fallos presentados durante el tiempo de vida del proyecto.

DESVENTAJAS DEL SCRUM

- No genera toda la evidencia o documentación de otras metodologías
- No es apto para todos los proyectos, sobre todo para aquellos en los que intervienen equipos dispersos
- Es probable que sea necesario complementarlo con otras metodologías.
- Será necesario hacerle un seguimiento constante al momento de la implementación.
- Muestra resultados no tan certeros y efectivos.

2.2.2. HERRAMIENTAS DE CONTROL

2.2.2.1. CHECK LIST O LISTA DE VERIFICACIÓN

Un check list o lista de verificación es un método relativamente sencillo, económico y bastante confiable para describir o evaluar a una persona. Consiste en una lista de palabras, frases o afirmaciones descriptivas de una persona, algún objeto acontecimiento.

Las listas de verificación pueden aplicarse como instrumento de autor reporte o de un informe del observador. Se pide a los examinados que marquen, subrayen o indiquen de laguna manera, que palabra(s) o frase(s) los describe (auto verificación) o describe alguien o algo más.



Las listas de verificación son eficientes porque se usan con mucha frecuencia y da una respuesta casi certera, esta herramienta se podría utilizar en las diferentes ciencias como, por ejemplo: industrial, construcción, medicina, educativo, etc.

Una lista de verificación puede ser una herramienta estandarizada para alguna organización y podría utilizarse de manera comercial para otras, pero esta se podría elaborar con propósitos especiales y específicos. (Lewis, 2003, pág. 364)

El autor Oliva, (2009) indica en su investigación que la lista de verificación es una herramienta metodológica que consta de una serie de ítems que evalúan detalladamente una serie de elementos teóricos o prácticos sobre temáticas diferentes. Difiere de encuestas debido al tratamiento de los datos y la configuración misma de la respuesta, no obstante, como herramienta busca la validez y confiabilidad.

Una lista de verificación es una serie de puntos, tareas o comportamientos que se organizan de manera coherente y que permiten evaluar de manera efectiva la presencia o ausencia de los elementos a evaluar en un determinado proceso o procedimiento.

Las ventajas de las listas de verificación es que pueden llenarse de marea rápida, repetida para determinar si han ocurridos cambios.

2.2.3. PRODUCTIVIDAD EN OBRA

2.2.3.1. DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD

Para Ghio, (2001), la productividad es el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción.

Existen varias entidades dedicadas en actividades relacionadas a la productividad, y nos brindan ideas sobre el significado de productividad como, por ejemplo:

1. Según la **Agencia Europea de Productividad (EPA)**: Productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada sobre la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy.



2. Según la **Organización para la Cooperación Económica Europea (OCCE)**: la productividad es el cociente que se obtiene de dividir la producción por uno de los factores de producción.
3. Según la **Organización Internacional del Trabajo (OIT)**: Los productos son fabricados como resultados de la integración de cuatro elementos principales: tierra, capital, trabajo y organización. La relación de estos elementos a la producción es una medida de la productividad.

Y así mismo Carro & Gonzales, (2007), indica que la productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos)

Galindo, Mariana, & Viridiana Rios, (2015), sostiene en su libro “PRODUCTIVIDAD” que la productividad es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo.

En términos económicos, la productividad es todo crecimiento en producción que no se explica por aumentos en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir.

Por otro lado, Chiang & Ojeda, (2011) citando a Rojas & Ruiz, (2004), sostienen en su investigación que, de esta forma, es posible hablar de productividad del capital, de la inversión o de la materia prima según si lo que se produjo se toma en cuenta respecto al capital, a la inversión o a la cantidad de materia prima.

Diferentes autores como Serpell, (1985), menciona en su revista que la productividad en la ejecución de los proyectos de construcción es afectada por un gran variado número de factores, cuyo efecto no siempre es fácil de identificar y/o cuantificar. Muchas personas tienden a responsabilizar a los trabajadores de gran parte de los problemas de productividad y desvían su atención de otras áreas que tienen una mayor participación en este aspecto (p. 53).



Como también menciona en sus siguientes páginas, la construcción es básicamente un proceso productivo y como tal debe ser administrado correctamente, esto significa planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar todas las actividades del sistema productivo de manera de convertir las entradas o inputs al sistema, en un producto terminado (obra), a través de un proceso con una alta productividad (p. 54).

El objetivo de cualquier proceso productivo es lograr una alta productividad, lo que se consigue mediante la obtención de alta eficiencia y efectividad, un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados, como por ejemplo los principales son materiales, mano de obra, maquinarias, herramientas y equipos.

Entonces se puede hablar de diferentes clases de productividad en la construcción, de acuerdo con los recursos considerados. (Botero & Alvarez, 2004).

- 1. Productividad de los materiales:** es sumamente importante controlar los desperdicios del recurso, de esta manera también se estará controlando el costo sin exceder el presupuesto previsto del proyecto.
- 2. Productividad de la mano de obra:** factor fundamental ya que normalmente es el recurso que fija el ritmo de trabajo, del cual depende la productividad de otros recursos, además de ello se tendrá que realizar un control del flujo de las actividades, se tiene que garantizar un flujo balanceado.
- 3. Productividad de la maquinaria:** muy importante por el alto costo que representa, por lo tanto, es necesario racionalizar su uso en los proyectos, evitando tiempos muertos.

2.2.3.2. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

La mano de obra dentro de este marco conceptual, debe entenderse entonces, como un recurso activo que se requiere en un proceso constructivo y que, determina de manera directa, el tiempo de duración del mismo. La productividad de la mano de obra, indica la cantidad de obra ejecutada por un hombre o una cuadrilla claramente definida, en un período de tiempo. Es necesario precisar que, cuando se habla de la productividad haciendo referencia a un hombre, este debe ser considerado como una unidad promedio de la cuadrilla a la que pertenece.

Una cuadrilla claramente definida, es una cuadrilla con una configuración típica de oficiales y ayudantes. Cuando la productividad hace referencia a una cuadrilla, en lo posible debe configurarse, definirse y evaluarse con base en cuadrillas tipo, que no son más que la conformación de oficiales y ayudantes estrictamente necesarios y suficientes para realizar una tarea de manera idónea. (Mejia & Hernandez, 2007, pág. 47)

La productividad puede expresarse entonces de las siguientes formas:

$$PRODUCTIVIDAD_{\text{mano de obra}} = \frac{\text{cantidad de obra}}{\text{hora - obrero}}$$
$$PRODUCTIVIDAD_{\text{mano de obra}} = \frac{\text{cantidad de obra}}{\text{hora - cuadrilla}}$$

Figura 7. Productividad de la mano de obra

Fuente: Mejia & Hernandez, (2007)

La productividad laboral o de la mano de obra, es una relación entre la producción y la mano de obra ocupada y refleja que tan bien se está utilizando dicha mano de obra en el proceso productivo.

Además, permite estudiar las variaciones en el desarrollo del trabajo, en la movilidad ocupacional, en proyección de requerimientos futuros de mano de obra, evaluar el comportamiento de los costos laborales, comparar entre diversos actores los avances de productividad, etc. (Martinez M. E., 1995)

Entonces podemos inferir que la productividad de la mano de obra esta netamente ligado al rendimiento de mano de obra. Botero, (2002), define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

A lo largo del tiempo el termino de productividad ha sido puesto y utilizado en práctica en las diferentes grandes empresas y organizaciones, pero a su vez también ha dado paso a malas interpretaciones entrando en confusiones con términos como: efectividad, eficiente, eficaz, etc.

Los términos antes mencionados serán convenientemente definidos según Monzon, (2009):

1. **Producción:** es la cantidad de bienes o servicios elaborados por un sistema productivo, en construcción es la cuantificación de los avances de obra (ml, m2, m3, kg, entre otros).
2. **Actividades:** es un conjunto de acciones que se llevan a cabo para el cumplimiento de un objetivo por medio de diversos procesos (hormigonado, encofrado, aseo, entre otros).
3. **Recurso:** es el conjunto de personas, bienes financieros y técnicos con que se cuentan y utilizan para lograr un objetivo (mano de obra, materiales y maquinaria)
4. **Eficiencia:** es la capacidad para conseguir un objetivo aprovechando de la mejor manera posible los medios disponibles, en la industria de la construcción es utilizar en forma óptima los recursos.
5. **Eficacia:** es la capacidad de lograr lo que nos proponemos, está relacionado con los resultados, es decir con el nivel de consecución de un objetivo. En la industria de la construcción puede ser grado cumplimiento de programas o plazos.
6. **Productividad:** es la medición de cuán bien se utilizan los recursos en un sistema productivo.

La interacción de los conceptos vistos anteriormente en un sistema productivo se muestra en la siguiente figura.

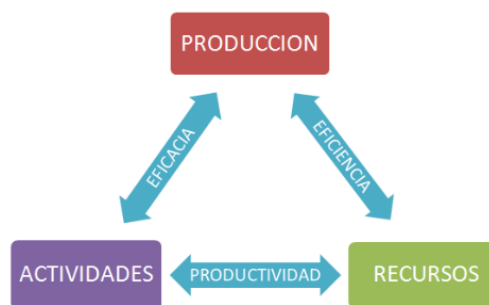


Figura 8. Interacción en un sistema productivo

Fuente: Monzon, (2009)

Aunque productividad y producción están relacionadas, estos dos términos no son equivalentes, el siguiente ejemplo muestra la diferencia de ambos:

“Es posible que un contratista pueda alcanzar el 100% de su producción, pero no lograr la productividad planeada. Por ejemplo, un contratista podría lograr el ritmo de producción de

300 metros lineales de tubería por día, pero tuvo que gastar el doble de horas hombre para cumplir con la cantidad de producción diaria. En este caso, el contratista ha logrado el 100% de su producción, pero la faena se desempeñó con 50% de productividad”. (Monzon, 2009).

2.2.3.3. FACTORES QUE GENERAN DESPERDICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

Lean es crear valor para el cliente y eliminar desperdicio. Según la filosofía Lean, todo lo que no es valor para el cliente es muda o desperdicio que puede ser eliminado o minimizado. Por lo tanto, es necesario comprender primero el significado de muda o desperdicio para seguir avanzando en el conocimiento del sistema Lean (Pons, 2014)

Así como los autores Jones & Womack, (2003), precisan que la muda es una palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, pasos en el proceso que no son realmente necesarios, movimientos de empleados y Transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

La productividad y los desperdicios están directamente relacionados, es por ello que los desperdicios ameritan de un estudio exclusivo, estos desperdicios son la causa principal de una baja productividad de la mano de obra, es decir que si hay mayores pérdidas o desperdicios resultará una productividad menor, es por eso que es necesario definirlos cada uno de estos.

En la siguiente figura se muestra a detalle los 7 desperdicios o mudas principales encontrados frecuentemente en obras de construcción que, y son clasificados de la siguiente manera según Pons, (2014).



Figura 9. Tipos de desperdicios

Fuente: Menendez, (2014)



- 1. Sobreproducción:** Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados); uso de un equipamiento altamente sofisticado cuando uno mucho más simple sería suficiente; más calidad que la esperada
- 2. Esperas o tiempo de inactividad:** Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperar a que termine la actividad precedente, aprobaciones, resultados de laboratorio, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre las cuadrillas, escasez de equipos, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño y revisiones, accidentes por falta de seguridad.
- 3. Transporte innecesario:** Se refiere al transporte innecesario relacionado con el movimiento interno de los recursos (materiales, datos, etc.) en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información.
- 4. Sobre procesamiento:** Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
- 5. Exceso de inventario:** Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
- 6. Movimiento innecesario:** Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
- 7. Defectos de calidad:** Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos,

mano de obra poco calificada. Las dos consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.

2.2.3.4. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA

Según Botero, (2002) cada proyecto de construcción es diferente y cada una de ellas son realizadas en diversas formas y condiciones de trabajo, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en la productividad, los cuales se pueden agrupar en las siete categorías siguientes.

Tabla 5

Factores que afectan al rendimiento de mano de obra.

1	Economía general
2	Aspectos laborales
3	Clima
4	Actividad
5	Equipamiento
6	Supervisión
7	Trabajador

Fuente: Botero, (2002)

1. Economía general: Este factor se refiere al estado económico de la nación o el área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados dentro de esta categoría son los siguientes:

- Tendencias y resultados de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- Situación del empleo

La economía general en la que se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto, este aspecto debe ser considerado cuidadosamente. Los factores que hacen parte de esta categoría y que deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:



- Disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (oficiales de construcción)
 - Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
 - Disponibilidad de insumos.
2. **Aspectos laborales:** Existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto. La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta como, por ejemplo:
- **Tipo de contrato.** El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).
 - **Incentivos.** La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.
 - **Salarios o pago por labores a destajo.** La justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
 - **Ambiente de trabajo.** Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones que garanticen un mayor desempeño de la mano de obra.
 - **Seguridad social.** La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.
 - **Seguridad industrial.** La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.
3. **Clima:** Los antecedentes del estado del tiempo en el área en la que se construye el proyecto deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo



de ejecución de la obra. Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

- **Estado del tiempo.** Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.
 - **Temperatura.** El exceso de calor afecta el desempeño del obrero.
 - **Condiciones del suelo.** Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.
 - **Cubierta.** Los factores negativos de la condición del tiempo, pueden ser mitigados si se realizan las actividades bajo cubierta, en cuyo caso se favorece el rendimiento de la mano de obra.
- 4. Actividad:** Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:
- **Grado de dificultad.** La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.
 - **Orden y aseo.** El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajo limpio y organizado.
 - **Tipicidad.** Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
 - **Tajo.** Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.
- 5. Equipamiento:** El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el



rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

- **Herramienta.** La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.
- **Elementos de protección.** Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la realización de actividades.
- **Suministro.** Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorecen un alto desempeño del operario.
- **Equipo.** El estado y la disponibilidad del mismo facilita la ejecución de las diferentes actividades

6. Supervisión: La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguientes:

- **Instrucción.** Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.
- **Seguimiento.** El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.
- **Gestión de calidad.** El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos, crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.
- **Supervisor.** La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño del operario.

7. Trabajador: Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría, son:

- **Actitud hacia el trabajo.** Se debe contar con trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado



desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales.

- **Conocimientos.** El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- **Habilidad.** Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- **Ritmo de trabajo.** El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.

2.2.3.5. HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

El adecuado control y medición de la productividad en el mercado actual de la construcción implica ser competitivo y la forma de lograrlo es realizar el monitoreo constante y minimizar los tiempos perdidos.

El Autor Schwartzkopf, (2004) en su libro “Calculating Lost Labor Productivity in Construction Claims” precisa que los métodos de medición de productividad en la construcción están clasificados y descritos en 4 categorías de la siguiente manera:

- 1. Método directo:** este método tiene dos formas de proceder.
 - a. Porcentaje de trabajo terminado:** en este método, periódicamente se efectúa una estimación del porcentaje (usualmente es semanal o mensual) de los avances de obra por cada ítem de trabajo completo, la ventaja de usar este método es su simplicidad y el bajo esfuerzo necesario para su ejecución. Sin embargo, no entrega una medición uniforme o fiable ya que el porcentaje de unidades de trabajo dependerá de la apreciación de un individuo, además se generan complicaciones al momento de definir porcentajes de avances para tareas parcialmente completas, lo que pueden generar variaciones.
 - b. Cantidad física de trabajo terminado:** Este método es más detallado y pueden ser el método más preciso. En este método, los avances físicos de obra son medidos o



contabilizados constantemente pero aún puede padecer el inconveniente de cómo determinar la cantidad avanzada en trabajos parcialmente completados. El problema más grande de este método es el personal y el esfuerzo constante requerido para medir. Esto puede ser un problema mayor si los capataces o supervisores de terreno son la fuente de los datos, por lo que es necesario proporcionar alguna garantía de calidad o algún control técnico para verificar los datos, de esta manera evitar vacíos o un involuntario doble conteo de los datos.

2. **Método de muestras de trabajo:** Este método es una técnica en la que un gran número de observaciones son hechas a los trabajadores para determinar lo que están haciendo en cualquier punto de la jornada, y el porcentaje de observaciones que representen a los trabajos realizados, actúa como el porcentaje de tiempo en que se es productivo, las variaciones porcentuales entre periodos de observación proporcionan una relativa medición de la productividad.

Este método categoriza el trabajo en tres grupos, la definición típica para cada uno es la siguiente:

- a. **Trabajo Directo o Trabajo Productivo:** es el que aporta valor a la actividad y contribuye en forma directa al avance físico de la obra.

A su vez Ghio, (2001), el trabajo productivo es aquel que aporta de forma directa a la producción. Ejemplo: asentar ladrillos, vaciar concreto, tarrajear, etc.

Ejemplo: Colocación de ladrillos, pintado de muros, colocación de acero, excavaciones para fundaciones, entre otros.

- b. **Trabajo de Apoyo o Trabajo Contributivo:** es aquel trabajo de cooperación que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo.

Ghio, (2001), el trabajo contributivo es el trabajo solamente de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor por lo que es una pérdida de segunda categoría.

Ejemplo: Transporte de materiales o herramientas, desplazamientos desde y hacia los puntos de trabajo, recepción de instrucciones, orden y aseo.



- c. **Retrasos o Trabajo no contributivo:** aquellas acciones que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores.

Ghio, (2001), cualquier trabajo que no corresponda a las categorías ya mencionadas. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor

Ejemplo: Ocio, interrupción de trabajo no autorizada, actividades de carácter personal, entre otros

3. **Método de cuestionarios:** Los cuestionarios están dirigidos a temas como la percepción de retrasos, la escasez de materiales y herramientas, la supervisión y capacidad de gestión, la motivación y los factores de desmotivación, el ausentismo, el comportamiento de los maestros e identificación de los problemas del personal.

El método del cuestionario es realizado diariamente usando un formulario estándar, comúnmente completado por mano de obra calificada. Los formularios más exitosos enumeran las causas más comunes de retrasos, facilitando el uso del mismo y promueve un reporte consistente. El formulario puede tener espacios en blanco que puedan ser rellenados.

Utilizando los cuestionarios en forma rutinaria se puede proporcionar información de gestión que el contratista puede utilizar para resolver o minimizar los problemas reales de la obra. También proporciona un medio para que la mano de obra pueda compartir sus opiniones y experiencias. Esto puede adicionalmente proporcionar información sobre las pérdidas de productividad y a su vez, generar una gran motivación y satisfacción con el trabajo.

4. **Método del valor ganado:** Este método se utiliza comúnmente para la medición del desempeño e integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y programa para evaluar y medir el desempeño y el avance del proyecto. Este método utiliza tres valores básicos:

- a. **Valor planeado:** es el costo presupuestado del trabajo planificado para una actividad o del total del proyecto en un momento determinado.
- b. **Valor Ganado:** es el costo presupuestado del trabajo realmente ejecutado para una actividad o del total del proyecto en un momento determinado.



- c. **Costo Real:** es el costo del trabajo ejecutado, para una actividad o del total del proyecto en un momento determinado.

Esta técnica de control de proyectos requiere la constitución de una línea base de recursos con respecto a la cual se puede medir el desempeño durante la ejecución del proyecto.

2.2.4. MODELOS DE EJECUCIÓN

2.2.4.1. EJECUCIÓN POR CONVERSIÓN DE PROCESOS O EJECUCIÓN POR PROCESOS

En el modelo de ejecución por procesos, un proceso de producción es la conversión de una materia prima en un producto terminado. El modelo de conversión de procesos es la forma clásica en que se representan los trabajos individuales en la construcción. Este es, además, el formato mental mediante el cual muchos representamos el trabajo. Así, este formato se usa para los conocidos CPM (Critical Path Method), WBS (Work Breakdown Structure) y entre otros formatos de representación de trabajo.

Cada actividad como, por ejemplo: vaciar concreto, asentar ladrillo, tarrajeo, colocar encofrado, etc. Se enmarca dentro de un rectángulo u otra figura, cada rectángulo lo representa una conversión de materiales en bruto en algún producto terminado o en un proceso intermedio. Las flechas que unen dichos rectángulos nos indican la secuencia de las actividades, es decir que precede a que. La función principal del modelo de conversión de procesos es generar una descomposición jerárquica del trabajo, de forma que estas actividades descompuestas puedan ser controladas y optimizadas

El proceso de conversión, sin embargo, está fundamentalmente errado. Al enfocarse únicamente en conversiones, el modelo elimina el concepto de los flujos físicos que existen entre los procesos de conversión. Estos flujos consisten principalmente de movimientos, esperas e inspecciones. En cierta forma, el modelo de conversión es una idealización correcta. Al menos desde el punto de vista del cliente tales actividades no son necesarias, ya que estas no le agregan valor al producto terminado. Sin embargo, en la práctica, el modelo ha sido interpretado de tal forma que estas actividades que no agregan valor pueden dejarse de lado y no ser consideradas, o puede pensarse que todas son actividades de conversión, y, por tanto,

susceptibles de ser tratadas como actividades que añaden valor al producto. (Ghio, 2001, pág. 25).

Las siguientes figuras muestran un claro ejemplo de un modelo de ejecución por conversión de procesos:

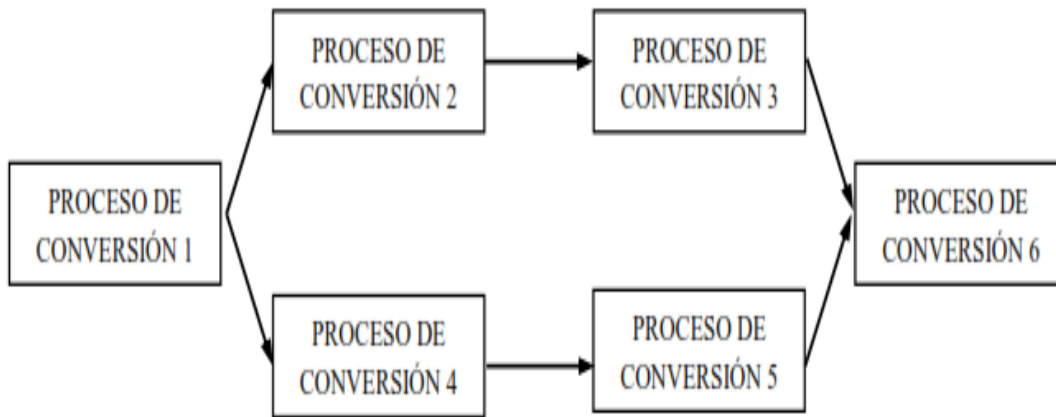


Figura 10. Modelo de conversión de procesos.

Fuente: Ghio, (2001)

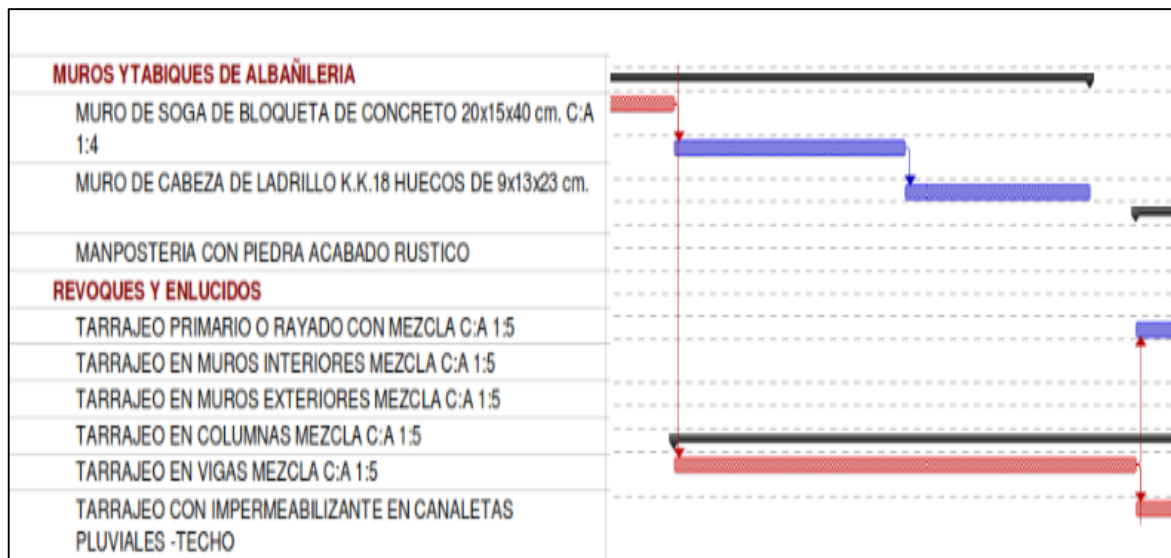


Figura 11. Modelo de conversión de procesos - CPM

Fuente: Elaboración Propia

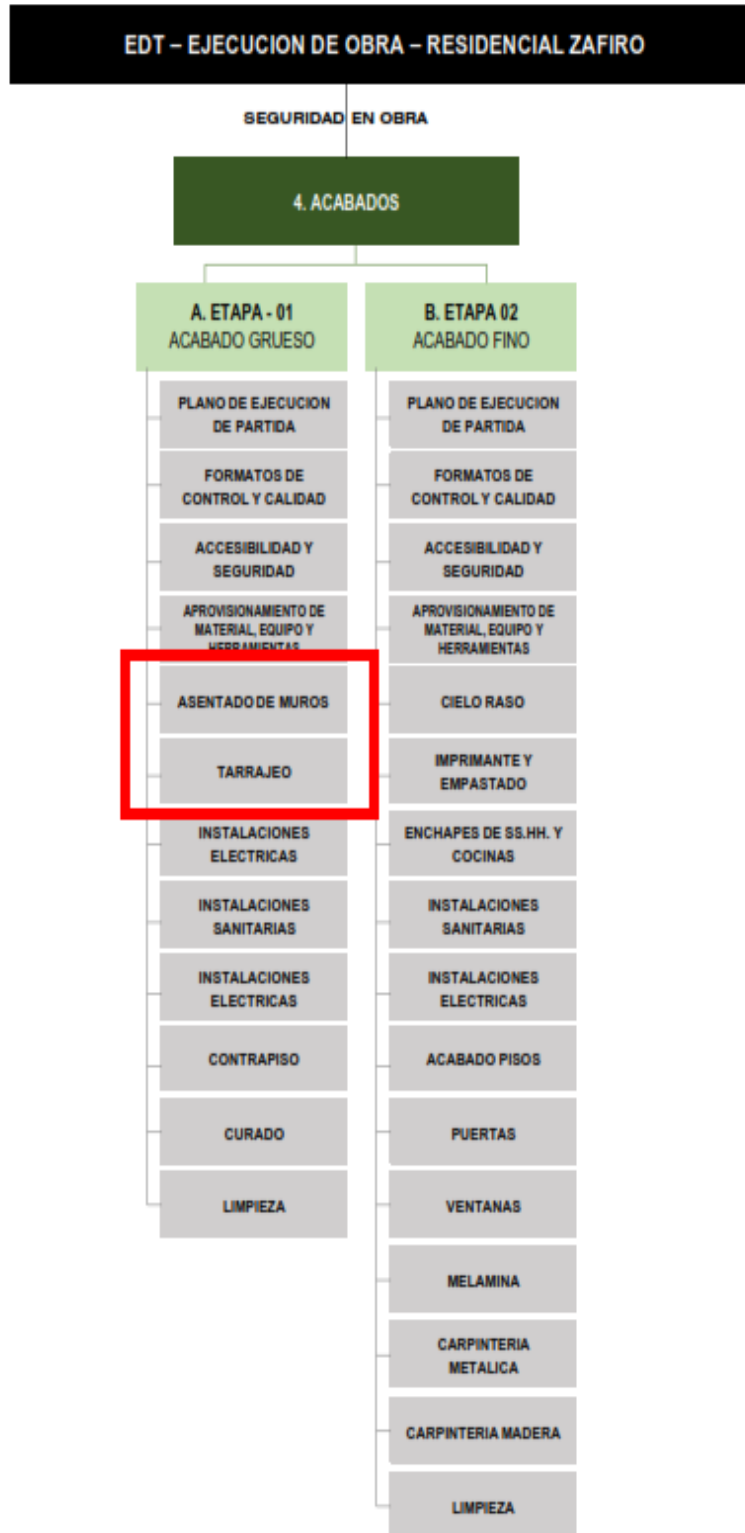


Figura 12. Modelo de conversión de procesos - WBS

Fuente: Elaboración propia.



El método CPM es frecuentemente utilizado en el desarrollo de proyectos, así como el control. El objetivo principal es determinar la duración de cada actividad contemplada dentro del proyecto, donde estas actividades son secuenciadas y relacionadas entre sí con una línea de secuencia.

En la *figura 11* se puede apreciar que las actividades de asentado de muros y tarrajeo son representadas mediante una barra y secuenciadas con una línea, este tipo de representación es fuertemente y frecuentemente utilizado en la elaboración de proyectos por lo que se puede inferir directamente que es un modelo de conversión de procesos.

2.2.4.2. EJECUCIÓN POR FLUJO DE PROCESOS

El modelo de flujo de procesos, por su parte, ve el trabajo como un flujo de información compuesto por la conversión propiamente dicha, la inspección, los transportes y las esperas. Su principal objetivo se centra en la eliminación de pérdidas y la reducción de tiempos en cada actividad. Este enfoque, en el cual se pasa de una visión en la que solo se considera el proceso de conversión a un esquema mental donde se toma en cuenta los flujos que conectan el trabajo, permite dividir el trabajo en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC), por otra parte, el modelo de flujos representa con mayor exactitud la realidad. Por ejemplo, en la actividad de asentado de ladrillo, no solamente tenemos propiamente dicha el asentado de ladrillo y la mezcla. Dentro de la actividad tenemos el transporte de material (ladrillo y mezcla) desde el punto de recepción y preparación hasta el punto de colocación, la preparación de la mezcla, el mojado de ladrillos, la preparación de andamios, las esperas varias, las instrucciones, las mediciones, las inspecciones, las repeticiones de trabajo más ejecutados, por solo mencionar algunas otras actividades.

En el caso del modelo de conversión de procesos, solo se presenta la conversión propiamente dicha, obviándose el resto de los trabajos componentes de la actividad total. La conversión en sí generalmente tiene algún nivel de pérdidas (TC y TNC); sin embargo, la concentración de estas está en el resto de trabajos incluidos principalmente en los flujos. El modelo de conversión, por lo tanto, se olvida de las pérdidas, lo cual dificulta encontrarlas y eliminarlas en la práctica.

Es por eso la importancia del estudio de ambos modelos, ya que ayuda a comprender el comportamiento verdadero de las actividades y mejorar periódicamente respecto a la productividad mediante la implementación de nuevas metodologías, que a su vez se verán

reflejados en costos, disminución de la variabilidad de tiempos muertos, etc. (Ghio, 2001, pág. 27)

Esta es una de las razones teóricas por las que el nivel de TP es tan bajo en la construcción.

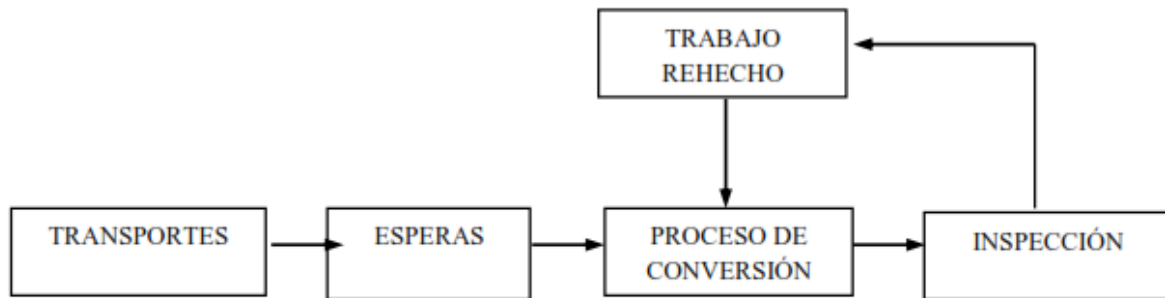


Figura 13. Modelo de flujo de procesos

Fuente: Ghio, (2001)

2.2.5. PROCURA DE MATERIALES

Según Mercado, (2003) la definición de la procura de materiales es el acto de obtener el producto o servicio de la calidad correcta, al precio, tiempo y lugar adecuado y pactado.

La misión general del aprovisionamiento consistiría en obtener del exterior a la empresa, los materiales, productos y/o servicios que necesite para su funcionamiento, en las cantidades y plazos establecidos, con los niveles de calidad necesarios y al menor precio que permita el mercado. (Martinez , 2011)

El aprovisionamiento de materiales se debe considerar como una función vital para el éxito de cualquier empresa, sea industrial, comercial, construcción o de servicios. Para alcanzar ese nivel las empresas modernas deben contar en su estructura organizacional con un departamento de compras sobre el cual recaigan esas funciones y responsabilidades.

Las gestiones de aprovisionamiento de materiales es un tema sumamente delicado, por un lado, los administradores logísticos son los encargados de brindar toda la información detallada de los materiales posterior a adquirirse, y por otro lado los encargados de la ejecución de la obra in situ serán los protagonistas directos de gestionar el transporte y la ubicación estratégica de los materiales en los frentes de trabajo, de tal manera que la accesibilidad a ellos sea sencilla.



2.2.5.1. OBJETIVOS DE LA PROCURA DE MATERIALES

Los objetivos fundamentales de la procura pueden resumirse en el modo siguiente según Mercado, (2003):

1. Mantener la continuidad de abastecimiento
2. Evitar duplicidades, desperdicios e inutilización de los materiales o productos
3. Mantener los niveles de calidad de los materiales o productos, basándose en lo adecuado de los mismos para el uso a que se destinan.
4. Adquirir materiales o productos al precio más bajo posible compatible con la calidad y el servicio requeridos.
5. Mantener la posición competitiva de la empresa y conservar el nivel de sus beneficios en lo que a costos de material se refiere.

2.2.5.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA – LAYOUT DE OBRA

Distribución de planta implica un ordenamiento físico de los elementos considerados, este ordenamiento requiere espacio para movimientos de materiales, almacenamientos y procesos, además de las actividades de servicio relacionadas. Comenzaremos destacando la importancia de un buen Layout. Incluida esta expresión en nuestro vocabulario de uso técnico diario, como generalidad para todo lo que es distribución, ordenamiento de un sector, máquinas y equipos. (Sortino, 2001).

Según Castaño, (2015), Es la disposición de máquinas, equipos, materiales, personal, y servicios auxiliares que permite fabricar un producto a un costo suficientemente adecuado.

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, Trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller (Muther, 1970).



OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

1. **Integración global:** de todos los factores que afectan a la distribución.
2. **Mínimas distancias:** En el movimiento de materiales
3. **Circulación:** fluida del trabajo en la planta.
4. **Espacio:** Utilización eficiente de toda el área
5. **Seguridad:** Para trabajadores y producto.
6. **Disposición flexible:** Que pueda ser fácilmente reajustada.

2.2.6. SECTORIZACIÓN

Tradicionalmente en las obras de construcción observamos que la distribución de las cuadrillas en los frentes de trabajo es mera decisión del que lleva a cabo la ejecución de la obra o porque ya se hizo un hábito distribuir personal de la misma manera proyecto tras proyecto, se entiende que cada proyecto de construcción es único y el más mínimo detalle de cambio en la forma, costo, área, etc., le hace diferente a otro.

Es por el motivo mencionado que se hace un énfasis en la sectorización en los frentes de trabajo acorde a varios factores como ejemplo: metrado, ubicación de materiales, habilidad del operario entre otras. La filosofía lean construction menciona que la sectorización es un aspecto sumamente importante y deberá ser tratada y aplicada como tal, de manera que al ser aplicadas a las actividades en estudio estas se vean reflejadas en un flujo constante, limpio y ordenado.

La sectorización básicamente consta en dividir una actividad o tarea en áreas sectorizadas debidamente señaladas y definidas, cada uno de estas áreas se deberá comprender una pequeña parte de la actividad total que a su vez cada sector o área deberá contener un metrado aproximadamente igual (volúmenes iguales de trabajo)

En palabras más sencillas se puede mencionar que la sectorización es un proceso de división de una actividad o tarea de la obra en porciones más pequeñas llamadas sectores, cada sector deberá comprender un metrado aproximadamente igual a los demás para así mantener un flujo continuo entre sectores.



La sectorización está prácticamente ligada por decirlo teóricamente a la cantidad de producción total y que al dividir la actividad en sectores más pequeños estamos dividiendo nuestra cantidad total de producción en cantidades más pequeñas

Como se indicaba líneas más arriba, la filosofía lean construcción con su propuesta de aplicar la sectorización busca que se optimice los flujos de recursos en la obra, lo cual genera un beneficio para todo el sistema de producción.

La sectorización en la construcción se hace con la finalidad de dividir el trabajo en partes más manejables y poder formar lo que llamamos el tren de trabajo, con esto se podrá separar las cuadrillas por especialidad y optimizar el trabajo productivo de cada cuadrilla haciendo uso de la curva de productividad.

Unos de los pasos importantes para la sectorización es la de enfocarse en los metrados, distribuir este metrado en la cantidad de sectores, verificar que el balanceo sea adecuado y finalmente hacerle conocimiento al operario sobre los detalles y su área de trabajo dentro del sector.

2.2.6.1. VENTAJAS

1. Saber cuánto se avanzará en el día
2. Pronosticar exactamente que avance de obra se tendrá en un día determinado
3. Tener mayor control en el avance y costo en obra
4. Avanzar la obra con un mínimo de errores y trabajos rehechos
5. Las cuadrillas realizaran una sola actividad durante la obra, se mejora la curva de productividad.

2.2.6.2. DESVENTAJAS

1. Como todas las actividades son críticas, al más mínimo retraso o incumplimiento genera improductividad en todo el sistema (partida).
2. La aplicación vulnera el inicialmente el flujo de las actividades, pues cualquier cambio al inicio registrara una disminución de productividad.

2.2.7. REPRESENTACIONES GRAFICAS

2.2.7.1. DIAGRAMA DE PARETO

Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar.

También se conoce como “Diagrama ABC” o “Diagrama 20-80 Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre él. (Domenech, 2010).

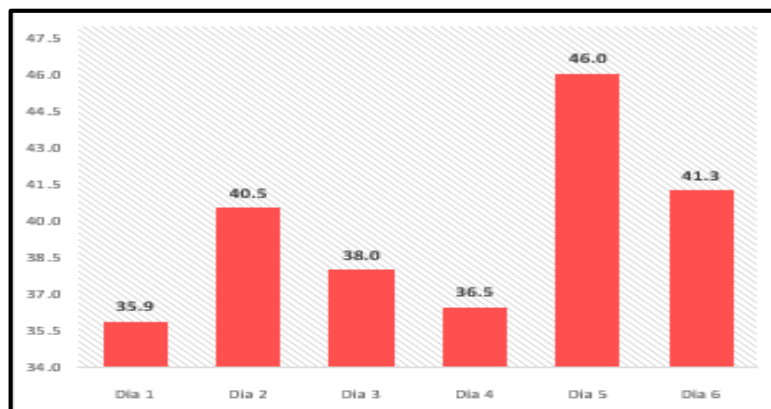


Figura 14. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

2.2.7.2. GRAFICA PASTEL

Es el grafico más utilizado que es representado por un círculo dividido en partes, donde el área de cada parte es proporcional al número de datos de cada categoría.

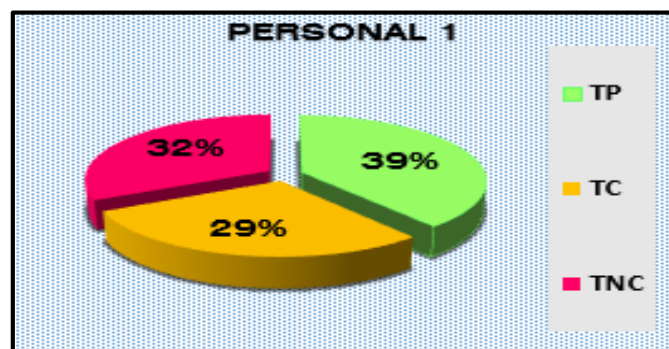


Figura 15. Grafica pastel

Fuente: Elaboración propia

2.2.7.3. CURVA DE PRODUCTIVIDAD

Las curvas de productividad son una excelente herramienta de control que te permiten ver día a día el avance de las distintas partidas de tu obra y evaluar sobre todo el rendimiento diario para poder compararlo con el rendimiento que figura en tu presupuesto y así poder determinar con este dato y los datos de campo, que factores influyen en la variación diaria de tu avance. (Guillen, 2008).

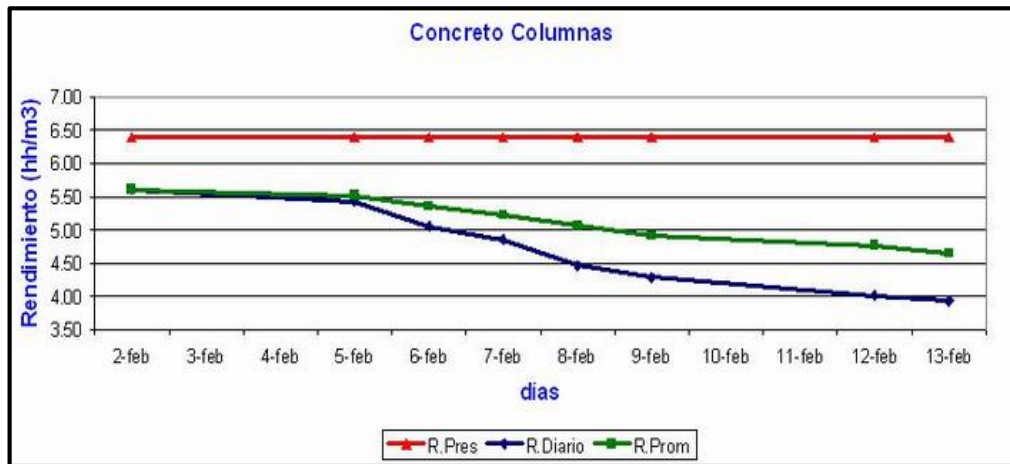


Figura 16. Curva de productividad

Fuente: Guillen, (2008)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

PROCESO CONSTRUCTIVO

Los procesos constructivos son las diferentes series de pasos y/o procedimientos que se deben realizar al momento de construir cualquier tipo de edificación con el fin único de que estos pasos sean lo más eficiente y eficaz, a la vez esta proporcionaría un ahorro en tiempo y dinero.

MÉTODO AHP - ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

El Proceso Analítico de Jerarquización (Analytical Hierarchy Process, AHP) es una técnica de soporte para la toma de decisiones multicriterio el cual se basa en la jerarquización, comparación pareada, y en los pesos de importancia, de los criterios considerados.



CARTA BALANCE

La carta de balance o carta de equilibrio de una cuadrilla es un gráfico de barras verticales, que tiene una ordenada de tiempo, y una abscisa en la que se indican los recursos (hombre, máquina, etc.) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso.

MUROS O MUROS NO PORTANTES

Son muros diseñados y construidos en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos, tabiques y los cercos.

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular.

MORTERO

Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

TARRAJEO

Es el recubrimiento que se hace con una mezcla de concreto o aglomerante y/o aditivos para darle acabado y protección a la superficie de pisos, paredes y techos.

CEMENTO

El cemento es un material pulverizado que posee la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forma una pasta conglomerada capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.

AGREGADO FINO

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITENTEC 400.037.



AGUA PARA MEZCLA

El agua presente en la mezcla del concreto reacciona químicamente con el cemento para lograr la formación de gel y permitir que el conjunto de la masa adquiera propiedades que en estado fresco faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma en estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La utilización de las herramientas Lean Construction: 5'S y Cartas balance, en un modelo de ejecución por procesos y ejecución por flujos incrementara la productividad de la mano de obra en las partidas de asentado de muros y tarrajeo en la residencial Zafiro, Distrito de Wanchaq – Cusco

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

HIPÓTESIS ESPECIFICO 1

Los porcentajes de trabajo productivo de la mano de obra en un modelo de ejecución por procesos en las en las partidas de asentado de muros y tarrajeo serán menores y los trabajos contributorios y no contributorios serán mayores con respecto a la post implementación de la metodología lean construction.

HIPÓTESIS ESPECIFICO 2

Los porcentajes de trabajo productivo de la mano de obra en un modelo de ejecución por flujo en las en las partidas de asentado de muros y tarrajeo serán mayores y los trabajos contributorios y no contributorios serán menores con respecto a la pre implementación de la metodología lean Construction.

HIPÓTESIS ESPECIFICO 3

La curva de productividad de un modelo de ejecución por procesos en las partidas incidentes de asentado de muros y tarrajeo mostrara un comportamiento de tendencia baja.



HIPÓTESIS ESPECIFICO 4

La curva de productividad de un modelo de ejecución por flujos en las partidas incidentes de asentado de muros y tarrajeo mostrara un comportamiento de tendencia alta.

2.5. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En la presente investigación se ha identificado y definido las variables de acuerdo a la recopilación de información sobre los aspectos teóricos pertinentes y de diferentes autores referente a la implementación de la Filosofía Lean Construction en donde las variables son las siguientes:

- a. Productividad de la mano de obra
- b. Metodología 5'S
- c. Carta balance
- d. Curva de productividad

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Productividad de la mano de obra: La productividad de la mano de obra, indica la cantidad de obra ejecutada por un hombre o una cuadrilla claramente definida, en un período de tiempo

INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

% Trabajo Productivo: cantidad de lecturas de TP con respecto al total de lecturas de la actividad.

% Trabajo Contributorio: cantidad de lecturas de TC con respecto al total de lecturas de la actividad.

% Trabajo no Contributorio: cantidad de lecturas de TNC con respecto al total de lecturas de la actividad.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Metodología 5'S: Las 5'S son bloques sobre los cuales se puede utilizar la producción en flujo, el control visual. Orden y limpieza.



Carta balance: Herramienta estadística que permite analizar y describir los procesos de operaciones y buscar su optimización.

Curva de productividad: La curva de productividad un diagrama que nos permite entender cómo varían la productividad en comparación con otra.

INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Trabajo productivo: trabajo que realmente es ejecutada en la Residencial Zafiro distrito de Wanchaq ciudad del Cusco.

Trabajo Contributorio: trabajo que adiciona un valor agregado para la ejecución de partidas en la Residencial Zafiro distrito de Wanchaq ciudad del Cusco.

Trabajo no Contributorio: trabajo que no adiciona un valor agregado para la ejecución de partidas en la Residencial Zafiro distrito de Wanchaq ciudad del Cusco.

Formatos de Control 5'S: procesos de implementación de clasificación Orden, limpieza, estandarización y disciplina

Diagramas y curvas: Cuadros, diagramas y barras de comparación.



2.5.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6

Operacionalización de variables dependientes e independientes.

VARIABLE DEPENDIENTE			
DENOMINACION	DEFINICION	INDICADOR	INSTRUMENTO
Productividad de la mano de obra	Es el recurso humano que realiza el esfuerzo físico y mental para lograr un objetivo o la producción de algo	% TP, % TC, % TNC	Formatos de lectura y recolección de datos. Observaciones en obra
VARIABLE INDEPENDIENTE			
DENOMINACION	DEFINICION	INDICADOR	INSTRUMENTO
Carta Balance	Herramienta estadística que permite analizar y describir los procesos de operaciones y buscar su optimización.	Trabajo Productivo (TP)	Formatos de lectura y recolección de datos. Observaciones en obra
		Trabajo Contributorio (TC)	
		Trabajo No Contributorio (TNC)	
5'S	Las 5'S son bloques sobre los cuales se puede utilizar la producción en flujo, el control visual. Orden y limpieza.	Clasificación	charlas y formatos de medición y recolección
		Orden	
		Limpieza	
		Estandarización	
Disciplina			
Curva de productividad	La curva de productividad un diagrama que nos permite entender cómo varían la productividad en comparación con otra	Diagramas y curvas de comparación	Formatos de lectura y recolección de datos. Observaciones en obra

Fuente: (Elaboración propia)

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Según los autores Hernández, Fernández, & Baptista, (2014) sostienen que las investigaciones con enfoque cuantitativo usan la recolección de datos para comprobar una hipótesis, previo una medición, toma de datos, análisis, con base a la medición numérica.

Por lo tanto la investigación es de **TIPO CUANTITATIVO**.

3.1.2. NIVEL O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de nivel descriptivo ya que el objetivo principal es especificar las características del fenómeno que se ponga a estudio y análisis, en otras palabras, el nivel descriptivo mide, evalúa, recolecta datos, dimensiona los componentes del fenómeno a estudiar. En una investigación descriptiva se mide y se recolecta información sobre toda la cuestión que involucra el fenómeno, y en conclusión así poderlas describirlas lo que se investiga. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014).

3.1.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación opta por un método hipotético deductivo, ya que mediante las hipótesis descritas se plantearán y se explicaran el fenómeno, la deducción de las hipótesis universales que llevaran a una conclusión particular. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014).

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño del presente estudio, es **no experimental**, porque establece que es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de investigación donde no se hace variar intencionadamente las variables independientes. Lo que se realiza en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su forma natural, para después

analizarlos. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa sobre la variación simultánea de las variables independientes y dependientes.

La investigación realizada es no experimental porque se analiza la realidad tal y como representa sin modificar las variables.

3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA

El siguiente apéndice muestra el flujograma que permitió representar visualmente los pasos y acciones que involucran el proceso de análisis de gabinete, recopilación de datos pre implementación, implementación de la metodología lean construction y toma de datos post implementación.

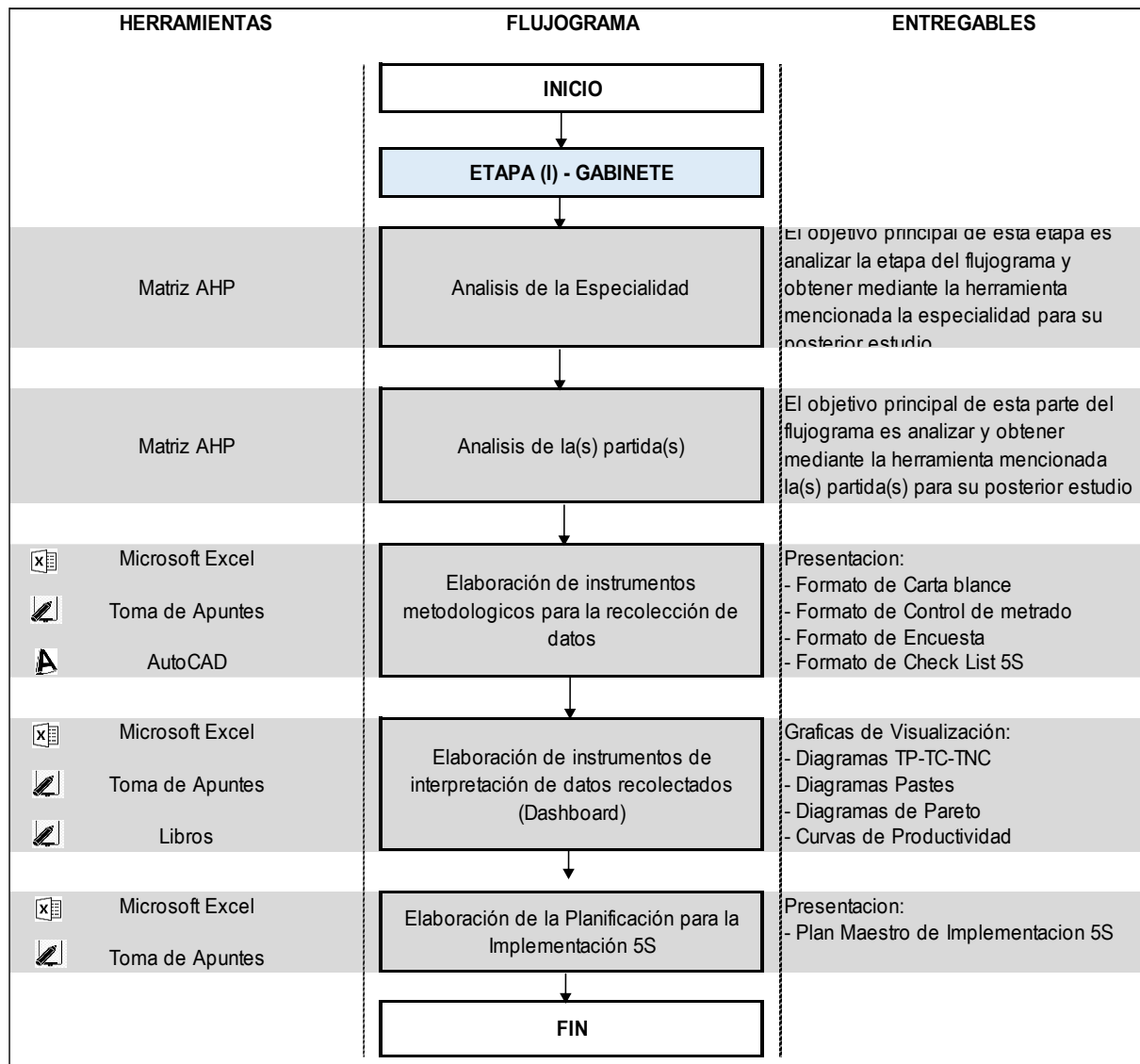


Figura 17. Flujograma-Etapa (I)

Fuente: Elaboración propia

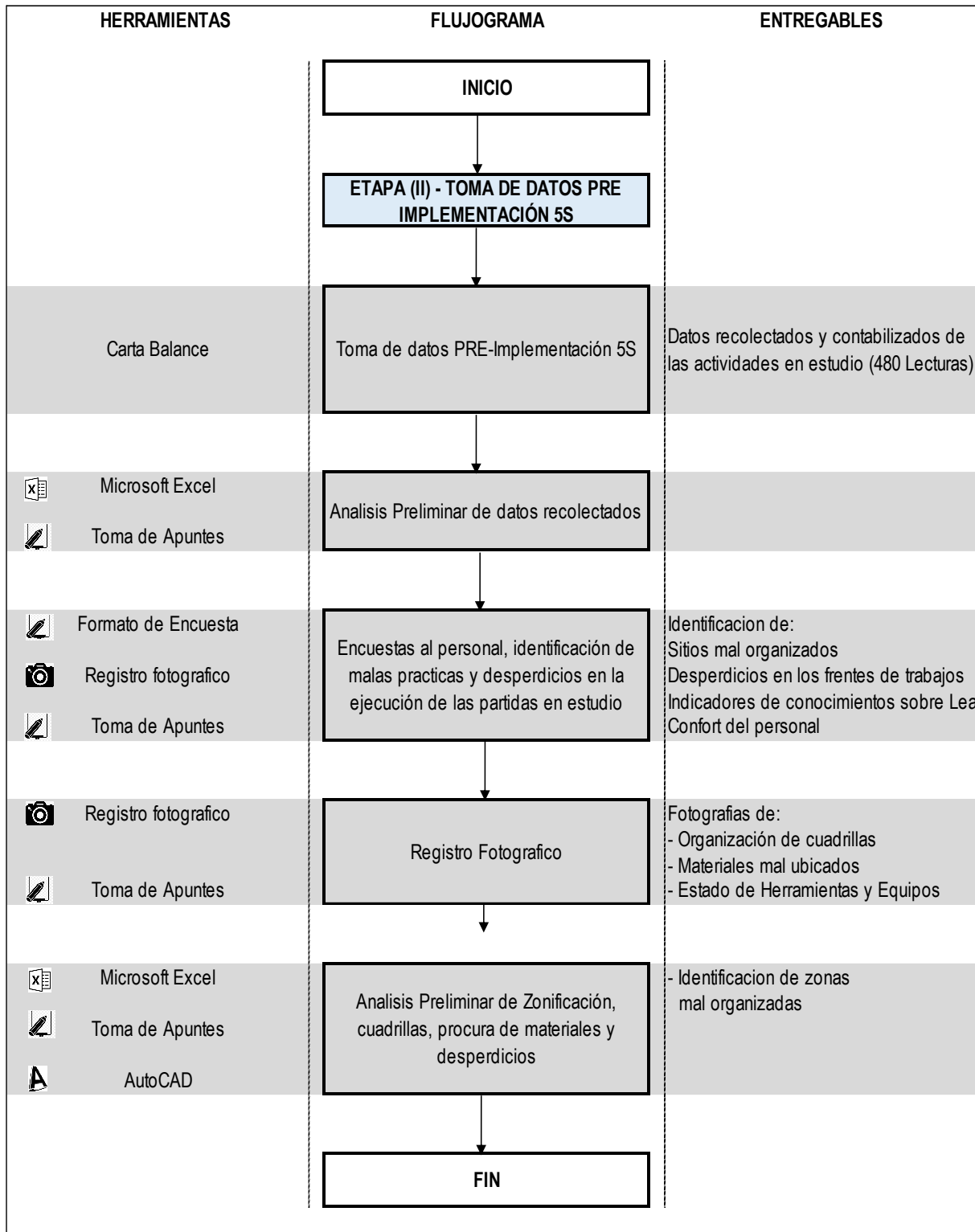


Figura 18. Flujograma-Etapa (II)

Fuente: Elaboración propia

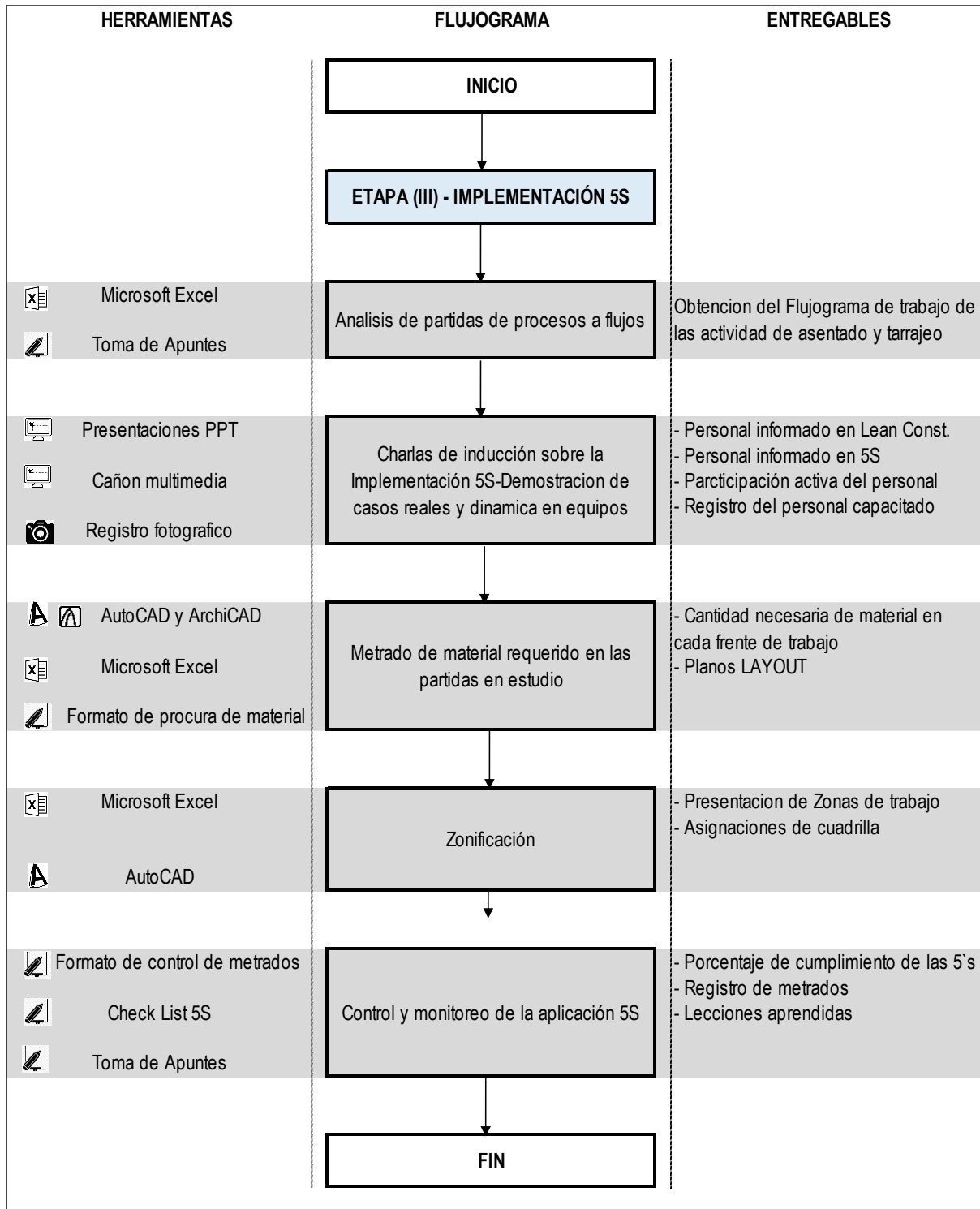


Figura 19. Flujograma-Etapa (III)

Fuente: Elaboración propia

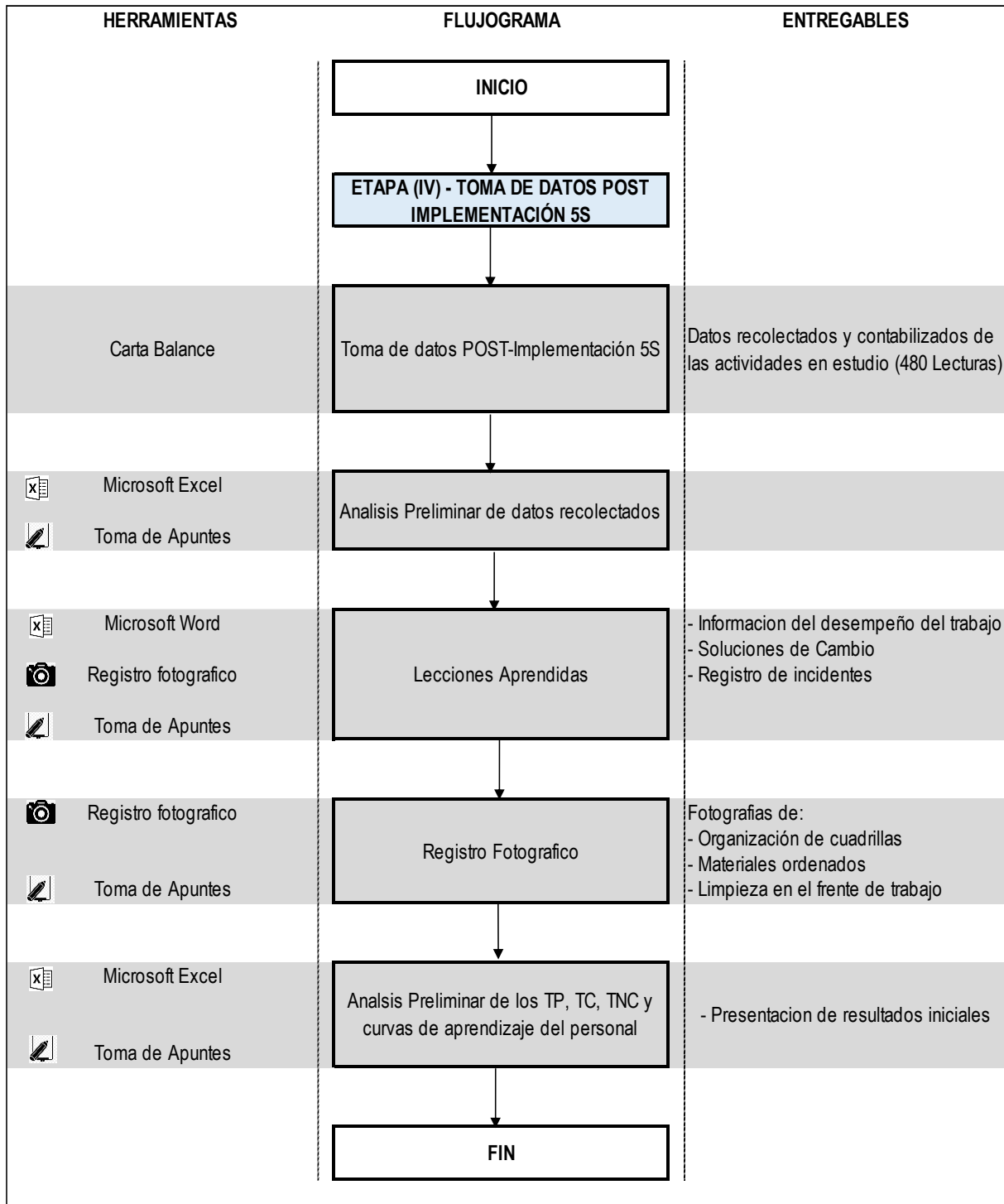


Figura 20. Flujograma-Etapa (IV)

Fuente: Elaboración propia

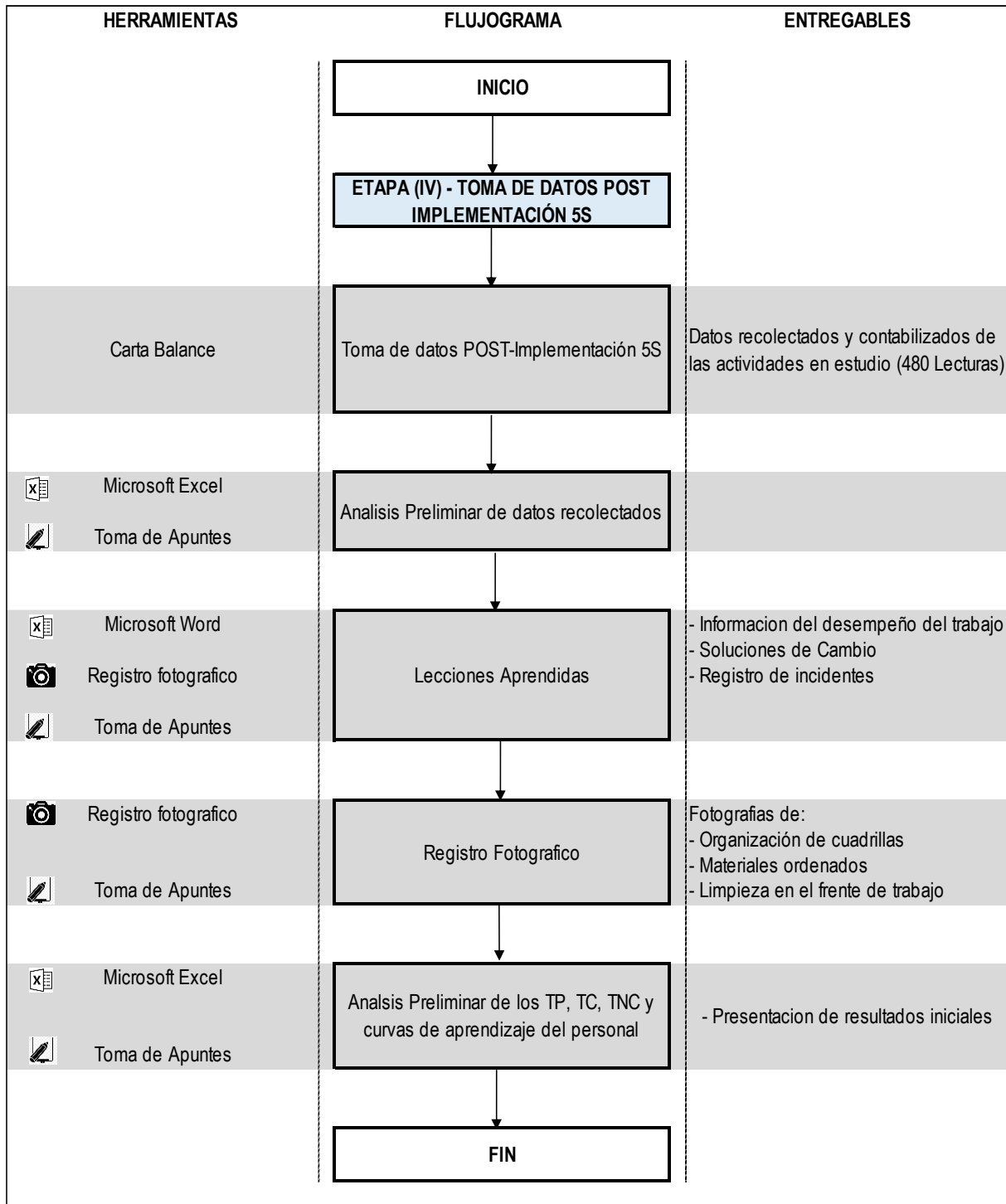


Figura 21. Flujoograma-Etapa (V)

Fuente: Elaboración propia

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población de la investigación está conformada por la PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA de las diferentes especialidades del proyecto residencial Zafiro que ejecuta el GRUPO INMOBILIARIO EL EDÉN Y ANTARES CIA CONSTRUCTORA en la ciudad del Cusco.

3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

Para la investigación se tiene descrito al personal del GRUPO INMOBILIARIO EL EDÉN Y ANTARES CIA CONSTRUCTORA que cuentan con un total de 21 operarios y 14 peones en las 5 especialidades que cuenta el proyecto. La delimitación de la población se hizo en base al método AHP donde se escoge la especialidad y las partidas más incidentes.

Tabla 7

Registro de Trabajadores-Grupo Inmobiliario el Edén

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO
1	Villalobos Lozano Roberto	48491448	Operario
2	Quispe Ñahui Felipe Francisco	71853881	Peón
3	Caro Huamán Wilson Francisco	23993411	Operario
4	Guillen Apaza Wilber	49258985	Operario
5	Tuiro Carbajal David	43824264	Operario
6	Enrique Soto Ramírez	44037883	Operario
7	Miranda Chava Silvio	46596878	Peón
8	Sullca Huillca Baltazar Luis	48022026	Operario
9	Sullca Buzos Javier	31420887	Operario
10	Flores Ttito Lizman	44808984	Peón
11	Quispe Roncallo Andrés	09720797	Operario
12	Barrientos Huamán Gil	73658688	Operario
13	Berrio Huillca Nolberto	72233048	Operario
14	López Velázquez Remigio	46952588	Operario
15	Yana Quispe Ronal Willy	46943579	Peón
16	Cuello Vargas Wilfredo	23123131	Peón
17	Huaychay Tuipo Beltrán	72237049	Peón
18	Matta Yáñez Luis	47406913	Operario
19	Quispe Apaza Ermitaño	45872842	Peón
20	Cjuno Quispe Justo	01375994	Peón
21	Guillen Apaza José Antonio	76054094	Peón

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO
22	Tello Kari Ever	45772345	Operario
23	Pumallica Condori Gualberto	44840050	Operario
24	Guillen Apaza Rociel	48026052	Peón
25	Quipo Pereira Saul	42879506	Operario
26	Illa Mauri Elmer	60266349	Operario
27	Vicente Quispe Cirilo	45166948	Operario
28	Tuiro Mamani Balvino	23906890	Operario
29	Checalla Paye Felipe Rolando	42796513	Peón
30	Luna Chillihuani Alex Gilberto	47537991	Operario
31	Puma Quispe Tomas	76504064	Peón
32	Calderón Tello Julio	42341609	Operario
33	Barrientos Huamaní Ángel	23983092	Peón
34	Berrios Huanca José	43546194	Peón
35	Quispe Camones Carlos	24547185	Peón

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. MUESTRA

3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra está comprendida con la PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA entre operarios, peones y equipos encargados de las partidas incidentes de ASENTADO DE MUROS Y TARRAJEO de la especialidad de Arquitectura en la residencial Zafiro. Se tomó como método la matriz AHP.

3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La cuantificación de los elementos muestrales está establecidas acorde a programación y ejecución de obra y son las siguientes:

Tabla 8

Muestra Representativa del Personal

	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	ACTIVIDAD
1	Quipo Pereira Saul	42879506	Operario	Asentado de muros
2	Enrique Soto Ramírez	44037883	Operario	Asentado de muros
3	Illa Mauri Elmer	60266349	Operario	Asentado de muros
4	Cjuno Quispe Justo	01375994	Peón	Asentado de muros
5	Guillen Apaza Rociel	48026052	Peón	Asentado de muros
6	Wilber Guillen Apaza	49258985	Operario	Tarrajeo
7	Javier Sullca Buzos	31420887	Operario	Tarrajeo
8	Ronal Willy Yana Quispe	46943579	Operario	Tarrajeo



	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	ACTIVIDAD
9	Luis Matta Yáñez	47406913	Peón	Tarrajeo
10	Gil Barrientos Huamán	73658688	Peón	Tarrajeo

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO

“En su utilidad para determinado diseño de estudio que requiere no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014)

Se elige como método de muestreo **NO PROBABILÍSTICO O DE CRITERIOS** debido a que las muestras son elegidas a interés del investigador de la población con la intención de analizarlas extensamente durante la investigación.

3.3.2.4. EVALUACIÓN DE MUESTRA

El criterio que se optó en la investigación es de formatos de análisis y medición de los trabajos productivos, no productivos y trabajos contributorios en las partidas de asentado de muros y tarrajeo.

3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

En la investigación se tomó en cuenta las partidas más incidentes que tiene como características de ser las que poseen mayor duración, mayor metrado, mayor disposición de mano de obra y recursos de acuerdo a un análisis de Matriz AHP.

- Asentado de muros
- Tarrajeo

3.4. INSTRUMENTOS

3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS



Para la medición de las variables ya reconocidas se usó las herramientas de la Metodología Lean Construction uso formatos de recolección de TP, TC y TNC (carta balance) para el análisis de la productividad antes y después de la aplicación de las 5'S.

3.4.1.1. FORMATO CARTA BALANCE

Método de muestreo es la cantidad de lecturas observadas de tipos de trabajos que realizan dentro de la actividad se tiene como fundamento:

La cantidad de lecturas que corresponde realizar para una actividad es la de 384 mediciones, esto para que los resultados sean estadísticamente válidas y confiables en un 95%, además de realizar varias y repetidas veces el mismo proceso según diseño y según a la actividad a la cual va abocada los estudios.

Tabla 9
Modelo de Carta Balance


 UAC		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO RESIDENCIAL ZAFIRO							
PARTIDA					FECHA		
CUADRILLA					HORA DE INICIO		
NIVEL					HORA FINAL		
SECTOR					FRECUENCIA		
RESPONSABLE							
TIEMPO	PERSONAL				OBSERVACIONES		
MINUTO	1	2	3	4			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2. FORMATO DE METRADOS - ASENTADO DE MUROS

Tabla 10

Formato de Metrado-Asentado de Muros.



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION: 5'S, Y CARTAS BALANCE, EN UN MODELO DE EJECUCIÓN POR PROCESOS Y EJECUCIÓN POR FLUJOS EN LAS PARTIDAS DE ASENTADO DE MUROS Y TARRAJEO EN LA RESIDENCIAL ZAFIRO, DISTRITO DE WANCHAQ – CUSCO."								
TESISTAS	BCH: EDGAR OLGER CAHUANA CASSA BCH: YHOEL SEQUEIROS DELGADO							
ANEXO	FORMATO DE PROCURA DE ASENTADO DE MUROS							
ZONA	DEPARTAMENTO	METRADO	UND	DESCRIPCION	LADR (und)		CEM (BOL)	AGREG (m3)
	DORMITORIO PPAL	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	DORMITORIO SEC 1	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	DORMITORIO SEC 2	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	PASADIZO 1	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	HALL	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	SS.HH PPAL	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	ESCALERA	0.00	m2	A CABEZA KK	0	0	0.00	0.00
	SS.HH COMUN	0.00	m2	C SOGABLOCK	0	0	0.00	0.00
	COCINA - LAV	0.00	m2	A CABEZA KK	0	0	0.00	0.00
	SALA COMEDOR	0.00	m2	A CABEZA KK	0	0	0.00	0.00
metrado total por nivel		0.00	m2	TOTAL	0	0	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.3. FORMATO DE METRADO – TARRAJEO

Tabla 11

Formato de Metrado-Tarrajeo

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION: 5'S, Y CARTAS BALANCE, EN UN MODELO DE EJECUCIÓN POR PROCESOS Y EJECUCIÓN POR FLUJOS EN LAS PARTIDAS DE ASENTADO DE MUROS Y TARRAJEO EN LA RESIDENCIAL ZAFIRO, DISTRITO DE WANCHAQ – CUSCO."						
TESISTAS	BCH: EDGAR OLGER CAHUANA CASSA BCH: YHOEL SEQUEIROS DELGADO					
ANEXO	FORMATO DE PROCURA DE TARRAJEO					
ZONA	NIVEL	UND	METRADO	DESCRIPCION	CEM (bol)	ARENA (m3)
	DORMITORIO PPAL	m2		-	0.00	0.00
	DORMITORIO SEC 1	m2		-	0.00	0.00
	DORMITORIO SEC 2	m2		-	0.00	0.00
	DORMITORIO SEC	m2		-	0.00	0.00
	HAL	m2		-	0.00	0.00
	SS.HH COMUN 1	m2		-	0.00	0.00
	SS.HH COMUN 2	m2		-	0.00	0.00
	ESTUDIO	m2		-	0.00	0.00
	COCINA LAV	m2		-	0.00	0.00
	SALA COM	m2		-	0.00	0.00
metrado total por nivel			0.00	TOTAL	0	0.00

Fuente: Elaboración propia



3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

Se consideró como instrumentos de ingeniería a los formatos físicos, instrumentos, software de procesamientos de datos que analicen la información de campo.

- Laptops
- AutoCAD
- Cañón multimedia
- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Microsoft Power Point
- Cámaras digitales

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ETAPA I

En esta etapa de la investigación se procede a desarrollar la programación ordenada de recopilar todos los datos posibles en el proyecto en mención, según al cronograma establecido.

En la investigación se usó formatos de recolección datos del personal obrero antes de la implementación de la metodología LEAN CONSTRUCTION, la herramienta metodológica que lo permitió es la CARTA BALANCE.

Se analizó procedimientos que afectan un proceso normal productivo, desperdicios, y se identificó el estado situacional del personal obrero que se encarga de la ejecución de las partidas incidentes asentado de muros y tarrajeo en el residencial zafiro distrito de Cusco. Así como también la identificación de zonas mal adecuadas, cuadrillas sobredimensionadas, materiales y herramientas sin uso que provocan la baja productividad y en ocasiones accidentes.

Se encuestó verbalmente sobre las carencias que el personal obrero posee en el proceso constructivo, con la intención de abocar la implementación con el fin de lograr un confort y condiciones de trabajo que nos permita una mejora en la productividad de la mano de obra post implementación 5'S. Para ello se muestra en la siguiente tabla el plan maestro de pre y post implementación de las 5'S, y las actividades en estudio.



Tabla 12
Plan Maestro de Implementación 5'S

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES			MES DE ENERO 2019																								
			SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
ITEM	ACTIVIDAD	NIVEL	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
			30	31	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26
01.00.00	TOMA DE DATOS PRE IMPLEMENTACION	3ER y 4TO NIVEL																									
01.00.01	CARTA BALANCE																										
01.00.02	FORMATO DE ENCUESTA																										
01.00.03	CONTROL DE METRADOS																										
02.00.00	IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA LEAN	5TO Y 6TO NIVEL																									
02.00.01	PRIMERA CHARLA																										
02.00.02	SEGUNDA CHARLA																										
02.00.03	TERCERA CHARLA																										
02.00.04	CUARTA CHARLA																										
02.00.05	METRADOS DE PARTIDAS INCIDENTES																										
02.00.06	ZONIFICACIONES																										
02.00.07	ASIGNACION DE PERSONAL																										
02.00.08	SEGUIMIENTO DE 5'S																										
02.00.09	CHECK LIST																										
03.00.00	TOMA DE DATOS POST IMPLEMENTACION	7TO 8VO NIVEL																									
03.00.01	CARTA BALANCE																										
03.00.02	CONTROL DE METRADOS																										

Fuente: Elaboración propia



CARTA BALANCE

- Las actividades seleccionadas previamente en base al análisis Matriz AHP.
- Selección de Trabajo productivo (TP), trabajo Contributorio y Trabajo no Contributorio (TNC).
- Registro de datos como especialidad a la que corresponde la toma de datos fecha, hora, operario y registro fotográfico para analizar los procedimientos.

FORMATO DE ENCUESTAS

- Se recolecta datos como procedimientos correctos e incorrectos
- Se analiza flujos existentes o no
- Estado de herramientas y equipos que pueden influir en la productividad.
- Análisis de puntos en obra a mejorar.
- Análisis de aspectos contundentes a implementar en las charlas
- Análisis de materiales según el personal
- Análisis de metrados y zonificación
- Análisis de seguridad en obra.

3.5.1. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA PRE IMPLEMENTACIÓN

A principios de los años 90, un grupo de alumnos de la PUCP analizaron 50 obras de lima en el área de edificaciones, donde se llegó a analizar:

- Muestreos de trabajos del nivel general, que contabiliza TP, TC y TNC
- Muestreo del trabajo para actividades particulares con sus respectivas cartas balances
- Encuestas a profesionales responsables de obra
- Encuestas a personal obrero
- Estudio de acuerdo a tipo de empresa, según año monto de inversión

Según el cuadro de variabilidad de trabajo productivo, ninguno de los proyectos de edificación de la investigación supera el 28% de TP obtenidos como promedio, es decir ninguno de los proyectos supera la tercera parte de trabajos netamente productivos.

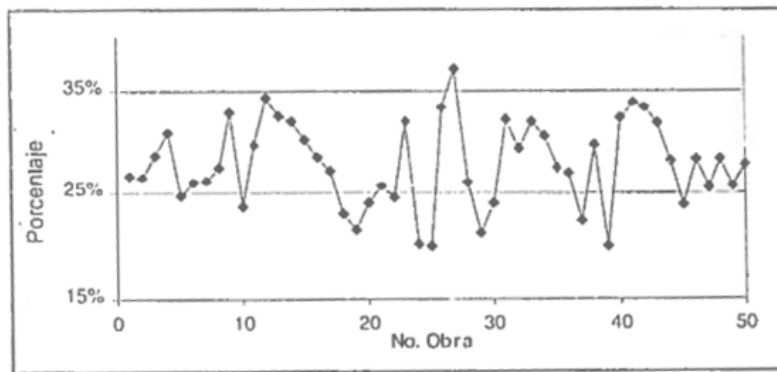


Figura 22. Variabilidad de Trabajo Productivo

Fuente: Ghio, (2001)

En los cuadros adjuntos se muestra la distribución de TC y TNC que podría variar según el tipo de partida que se encuentra realizando el personal obrero.

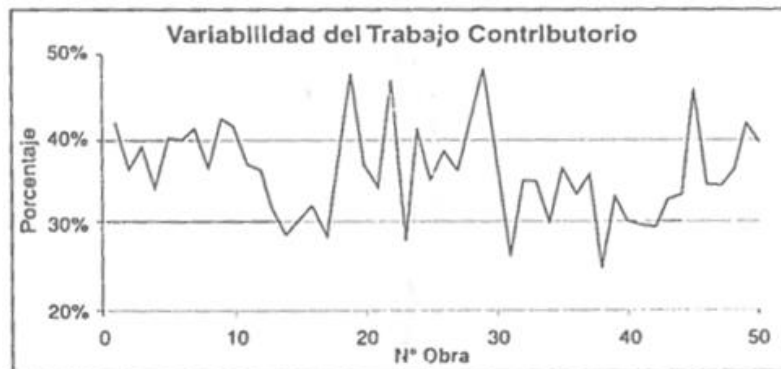


Figura 23. Variabilidad de Trabajo Contributorio

Fuente: Ghio, (2001)

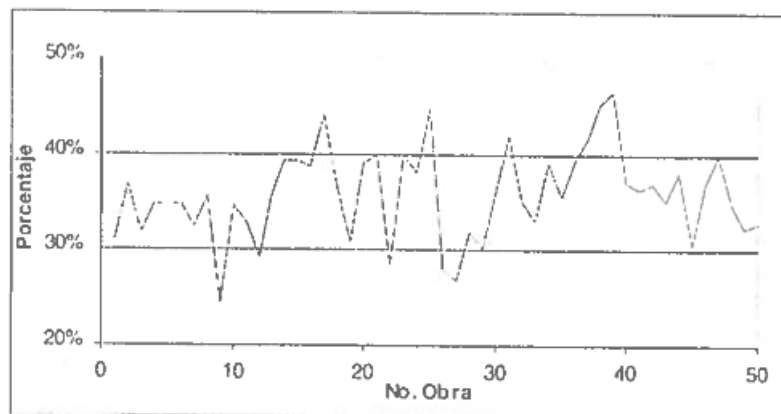


Figura 24. Variabilidad de Trabajo No Contributorio

Fuente: Ghio, (2001)

En **tabla 13** se muestra el resultado de análisis de las 50 edificaciones en Lima con los rangos máximos y mínimos de TP, TC y TNC.

Tabla 13*Resultados generales de mediciones de ocupación del tiempo de 50 obras en Lima*

	TP	TC	TNC
VALORES			
PROMEDIO LIMA	28%	36%	36%
MINIMO TP	20%	35%	45%
MAXIMO TP	37%	36%	26%

Fuente: Ghio, (2001)

PRINCIPALES PÉRDIDAS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

“De acuerdo con las mediciones de terreno, representan algunos números promedio que representan a las principales pérdidas detectadas en las 50 obras analizadas en Lima. Estos valores nos dan una dirección hacia donde apuntar en donde concentrar nuestros esfuerzos para eliminar pérdidas. (Ghio, 2001, p. 65)

Esta investigación se aboca a corroborar los procesos en flujos, identificando que actividades se realiza dentro de las partidas incidentes además de basarnos en la lista de principales desperdicios y sus porcentajes que el autor del autor en menciona líneas arriba.

TRABAJOS CONTRIBUTORIOS

- Transporte de manual (14%)
- Otros (11%)
- Mediciones (5%)
- Aseo y limpieza (4%)
- Instrucciones (3%)

TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS

- Viajes (13%)
- Tiempo ocioso (10%)
- Esperas (6%)
- Trabajos recechos (3%)

TRABAJO PRODUCTIVO

En este punto identificamos las variables que conformaran la actividad propiamente dicha esto mediante la observación durante la etapa de Toma de datos de la etapa (II).

Según la relación de las principales perdidas en los procesos de producción y la observación de flujos en obra, se procedió a desarrollar las tablas que se muestran y se usaran para la lectura de datos en la investigación.

Tabla 14
Sub Actividades-Asentado de Muros

TRABAJO	SUB ACTIVIDAD
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	AL Asentado de ladrillo
	CM Colocar mortero
	BM Batir mezcla
	PN Aplomado y nivelado
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	TM Transporte de material
	L Colocar mortero
	RI Recibir Instrucciones
	AA Aplomado y nivelado
	BS Batido de mezcla en seco
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	V Viaje innecesario
	E Esperas
	TR Trabajo rehecho
	C Uso de celular
	SH ir a los SSHH
	CO Conversación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15
Sub Actividades-Tarrajeo

TRABAJO	SUB ACTIVIDAD
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	TA Tarrajeo
	NI Reglear y Rellenado
	BM Batir Mezcla
	PL Pulido
	B Bruña
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	TM Transporte de material
	L Limpieza
	RI Recibir instrucciones
	AA Armado de andamios
	BS Batido de mezcla en seco
	FO Forjado

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	V	Viaje innecesario
	E	Esperas
	TR	Trabajo rehecho
	C	Uso de celular
	SH	ir a los SSHH
	CO	Conversación

Fuente: Elaboración propia

CANTIDAD DE LECTURAS

La cantidad de lecturas que corresponden realizar para una actividad, es la de 385 mediciones esto para que los resultados sean estadísticamente valida y confiables, además de realizar varias y repetidas veces el mismo proceso. (Serpell, 1990).

$$n = \frac{K^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:
n= número de observaciones diarias.
K=1,96 para un grado de confiabilidad de 95%
P=50% (porcentaje estimado)
q=50% (100-porcentaje estimado).
e=5% (error permitido)

Figura 25. Ecuación para el cálculo de número de mediciones

Fuente: (Serpell & Verbal, Analisis de Operaciones mediante Cartas Balance, 1990)

En la investigación se quiso tener un margen de error lo menos posible, motivo que se tomó una confiabilidad de 95% tomando “K” el valor máximo, reemplazando los valores la cantidad de tomas en minutos son de 384 tomas que es la máxima cantidad de “n”

Según el autor SERPEL(2001) indica que para una confiabilidad de 95.00% se debe realizar una toma de 384 lecturas, lo que corresponde a 6.40 horas diarias, el estar observando al personal obrero durante ese tiempo es incómodo pues al querer cumplir con la confiabilidad podemos inducir al error y recolección de datos erróneos, puesto que el personal se siente presionado, hostigado y hasta incomodo por la presencia de cualquier persona de una jerarquía superior al de ellos, pues la carta balance no es una instrumento metodológico estadístico de hecho es una herramienta metodología de flujos de procesos donde la confiabilidad sobre cae en mayor importancia en la distribución de horarios cortos para la



toma de datos es decir al inicio, fin y picos de mañana y tarde de la jornada laboral , para tal efecto se tomó lectura 4 veces al día total d 120 lecturas diarias.

Se hace el procedimiento de recolección de datos en los horarios más incidentes es decir al inicio de jornada (8:30 am a 9:00 am), pico de mañana (10:00 am a 10:30 am), tarde (2:00 pm a 2:30 pm) y fin de jornada (4:00 a 4:30 pm), durante 4 veces a la semana (lunes, miércoles, viernes y sábados) con un total de 120 lecturas diarias, y 480 lecturas semanales. Distribuidas durante la jornada laboral diaria para lograr recolección d datos estadísticamente y estratégicamente más representativas.

EQUIPOS

- Computadoras para las herramientas de recolección de datos, herramientas de procesamiento de datos
- Cronometro para lecturas de carta balance
- Cámara fotográfica y de filmación para registro de imágenes
- Computadoras para las herramientas de recolección de datos, herramientas de procesamiento de datos.

3.6. TOMA DE DATOS PRE- IMPLEMENTACION 5S

ETAPA II

PROCEDIMIENTOS

Se hizo lecturas de para determinar el trabajo productivo (TP), trabajo no productivo (TC) y trabajo Contributorio (TNC)

Se hace el llenado de las actividades en el cual se encuentra realizando el personal obrero en ese instante (lectura por persona de análisis).



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO RESIDENCIAL ZAFIRO						
PARTIDA	Asentado de muros			FECHA	Lunes 31 Dici. 2018	
CUADRILLA	-			HORA DE INICIO	-	
NIVEL	4TO Piso			HORA FINAL	-	
SECTOR	1-2-3			FRECUENCIA	Pre implementación	
RESPONSABLE : Sequeiros Delgado Yhoel / Olger Edgar Cahuana Cassa						
TIEMPO		PERSONAL				
MINUTO		OP-1	OP-2	OP-3	PEÓN-4	PEÓN-5
HORAS DE 8.30 A 9.00	1	BS	CM	AL	BM	CO
	2	BS	CM	TR	BM	CO
	3	BS	RI	PN	BM	CO
	4	BM	RI	PN	BM	CO
	5	BM	BS	CO	TM	CO
	6	TM	BS	CO	TM	CO
	7	TM	BS	V	TM	SH
	8	TM	BM	L	TM	SH
	9	L	BM	L	TM	SH
	10	CM	E	CO	RI	SH
	11	CM	TM	CM	RI	SH
	12	CM	TM	CM	RI	SH
	13	RI	L	RI	RI	SH
	14	RI	CM	RI	BS	SH
	15	AA	AA	BS	BS	SH
	16	AA	AA	BS	BS	SH
	17	AA	AA	BS	BS	SH
	18	AL	AL	BM	BS	SH
	19	AL	AL	BM	BS	BM
	20	AL	AL	E	BS	BM
	21	TR	TR	TM	BS	BM
	22	PN	CM	TM	BS	BM
	23	PN	CM	L	BS	BM
	24	L	RI	CM	L	BM
	25	L	RI	AA	L	BM
	26	CO	V	AA	L	CO
	27	CO	V	AA	L	CO
	28	CO	L	AL	L	CO
	29	V	CO	AL	V	TM
	30	V	L	V	V	TM

Figura 26. Lecturas de TP, TC Y TNC -Pre implementación 5S

Fuente: Elaboración propia

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO RESIDENCIAL ZAFIRO						
PARTIDA	ASENTADO DE MUROS	FECHA	LUN 31 DIC. 2018			
CUADRILLA	-	HORA DE INICIO	-			
NIVEL	4to piso	HORA FINAL	-			
SECTOR	1-2-3	FRECUENCIA	PRE IMPLEM.			
RESPONSABLE: SEQUEIROS DELGADO YHOEL / CALUANA CASSO OLIVER EDGAR.						
TIEMPO MINUTO	PERSONAL					OBSERVACIONES
	OP-1	OP-2	OP-3	PEÓN-4	PEÓN-5	
1	BS	CM	AL	BM	CO	
2	BS	CM	TR	BM	CO	
3	BS	RI	PN	BM	CO	
4	BM	RI	PN	BM	CO	
5	BM	BS	CO	TM	CO	
6	TM	BS	CO	TM	CO	
7	TM	BS	V	TM	SH	
8	TM	BM	L	TM	SH	
9	L	DM	L	TM	SH	
10	CM	E	CO	RI	SH	
11	CM	TM	CM	RI	SH	
12	CM	TM	CM	RI	SH	
13	RI	L	RI	RI	SH	
14	RI	CM	RI	BS	SH	
15	AA	MA	BS	BS	SH	
16	AA	AA	BS	BS	SH	
17	AA	AA	BS	BS	SH	
18	AL	AL	DM	BS	SA	
19	AL	AL	DM	BS	BM	
20	AL	AL	E	FO	BM	
21	TR	TR	TM	FO	BM	
22	PN	PN	TM	BS	BM	
23	PN	PN	L	BS	BM	
24	L	CO	CM	L	BM	
25	L	CO	AA	L	BM	
26	CO	V	AA	L	CO	
27	CO	V	AA	L	CO	
28	CO	L	AL	L	CO	
29	V	CO	AL	V	TM	
30	V	L	V	V	TM	
31	TM	PN	TM	V	TM	
32	TM	BM	TM	BM	TM	
33	TM	BM	C	BM	TM	
34	BM	BS	C	TM	TM	
35	BS	BS	CO	TM	TM	
36	BS	BS	CO	TM	TM	
37	RI	RI	V	TM	TM	
38	RI	RI	V	TM	L	
39	RI	C	Y	TM	L	
40	C	C	E	V	L	
41	C	CO	E	V	L	
42	CM	CO	E	L	L	
43	CM	V	E	L	L	
44	AA	V	TM	L	L	
45	AL	V	CM	L	L	
46	AL	E	CM	L	BS	
47	AL	E	DA	BS	BS	
48	TR	TM	AA	BS	BS	
49	PN	TM	AL	BS	BS	
50	AA	TM	AL	BS	BS	
51	BM	CM	AL	BS	BS	
52	CO	CM	TR	SH	RI	
53	CO	AA	PN	SH	RI	
54	V	DA	BM	SH	RI	
55	V	AL	BM	SH	RI	
56	V	AL	BS	SH	RI	
57	E	AL	BS	CO	BM	
58	E	TR	BS	CO	BM	
59	E	E	RI	CO	BM	
60	E	E	RI	CO	BM	

GRUPO INMOBILIARIO EL EDEN S.A.C.
 Ing. Víctor Córdoba Flores
 GERENTE GENERAL

Carlos Rafael Flores Ordoñez
 Ing. Civil
 Reg. CIP N° 32698

HORAS DE 8.30 A 9.00 AM.

HORAS DE 10.00 A 10.30 AM.

Figura 27. Lecturas de TP, TC Y TNC -Pre implementación 5S (Campo)

Fuente: Elaboración propia

3.6.1. FORMATOS DE ENCUESTAS

PROCEDIMIENTO

Estas fichas se recopilan información de necesidades del personal obrero para lograr un confort en el proceso de ejecución de las partidas incidentes.



	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION: 5'S Y GARTAS BALANCE, EN UN MODELO DE EJECUCIÓN POR PROCESOS Y EJECUCIÓN POR FLUJOS EN LAS PARTIDAS DE ASENTADO DE MUROS Y TARRAJEO EN LA RESIDENCIAL ZAFIRO, DISTRITO DE WANCHAQ – CUSCO."				
ENCUESTA				
NOMBRES:	Wibert Guillen Apaza		NIVEL:	3er
CARGO:	Operario - Tarrajes de Muros		FECHA:	SABADO 29 dic.
RESPONSABLE:	Ech: Yhoel Sequeros Delgado		SECTOR:	4
1. ¿Alguna vez oiste temas referidos a la Filofia Lean?				
Si	A veces	Casi nunca <input checked="" type="checkbox"/>	No	
2. ¿Esta conforme con la distribucion de las cuadrillas ?				
Si	A veces	Casi nunca	No	
3. ¿Cree que deberia haber mas supervision en el proceso de construccion de la obra?				
Si	A veces	Casi nunca <input checked="" type="checkbox"/>	No	
4. ¿Esta de acuerdo que se deberia contratar personal mas calificado?				
Si	A veces	Casi nunca	No <input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Eres conciente con el uso correcto de las herramientas y equipos?				
Si	A veces	Casi nunca <input checked="" type="checkbox"/>	No	
6. ¿Te gustaria que la empresa realice capaticaciones sobre el uso correcto de las herramientas?				
Si	A veces	Casi nunca	No <input checked="" type="checkbox"/>	
7. ¿Estas conforme con la forma de los planos que se te entrega para tu actividad ?				
Si	A veces	Casi nunca <input checked="" type="checkbox"/>	No	
8. ¿Estas conforme con la distribucion de materiales, herramientas y equipos?				
Si	A veces <input checked="" type="checkbox"/>	Casi nunca	No	
9. ¿Estas conforme con el estado de las herramientas?				
Si	A veces	Casi nunca	No	
10. ¿Piensa que deberia haber mas herramientas y equipos disponibles ?				
Si	A veces	Casi nunca <input checked="" type="checkbox"/>	No	
11. ¿Se siente conforme con la calidad de los materiales?				
Si <input checked="" type="checkbox"/>	A veces	Casi nunca	No	
12. ¿Cree que se debe impartir capacitaciones sobre procesos constructivos?				
Si <input checked="" type="checkbox"/>	A veces	Casi nunca	No	
13. ¿Alguna vez le hizo falta herramientas y materiales para su actividad?				
Si	A veces <input checked="" type="checkbox"/>	Casi nunca	No	
14. ¿Eres puntal y ordenado al realizar tu actividad?				
Si	A veces <input checked="" type="checkbox"/>	Casi nunca	No	
15. ¿Estas de acuerdo con los equipos de proteccion personal que se brindan?				
Si <input checked="" type="checkbox"/>	A veces	Casi nunca	No	
TOTAL				
Si	A veces	Casi nunca	No	

Figura 28. Encuesta realizada en campo

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Procedimiento de Encuesta-Tarrajeo
Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Procedimiento de encuesta-Asentado de Muros
Fuente: Elaboración propia

3.6.2. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

3.6.2.1. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD

MATRIZ AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

“En su dimensión más básica un proceso de toma de decisión puede concebirse como la elección por parte de un centro decisor (un individuo o un grupo de individuos) de «de lo mejor» entre «lo posible». Los problemas analíticos surgen a la hora de definir «lo mejor» y «lo posible» en un determinado contexto decisional.” (Romero, 1996, p14).

Para Aristoteles, (2015), el Proceso Analítico de Jerarquización (Analytical Hierarchy Process, AHP) es una técnica de soporte para la toma de decisiones multicriterio el cual se basa en la jerarquización, comparación pareada, y en los pesos de importancia, de los criterios considerados. Fue propuesto por Thomas Saaty en 1980, y consiste en convertir evaluaciones subjetivas de importancia relativa, en un conjunto de pesos totales, que servirán posteriormente para hacer la selección de la mejor alternativa.

Es importante que, para una buena selección de la especialidad y partidas, se considere aspectos que son innatas al proyecto como son: mano de obra, tiempo, costo y materiales que se detallan de la siguiente manera:

- **Costo:** el criterio costo es el aspecto más importante, se inferirá que especialidad y que partida es la que representa mayor costo.
- **Tiempo:** Aspecto importante para determinar que especialidad y partida demanda más tiempo de ejecución.
- **Mano de obra:** Aspecto donde se genera más cantidad de mano de obra
- **Materiales:** La especialidad y la partida que requiere mas materiales con respecto a las otras.

Tomando estos criterios y para tal efecto se usó la Escala Likert o escala Psicométrica que es un procedimiento metodológico de medición que evalúa aptitudes de problemas enfocadas directamente en calificativos como muestra la siguiente:

Tabla 16
Escala Likert

VALOR ESCALA LIKERT	CALIFICACIÓN
1	IGUALMENTE IMPORTANTE
3	MODERADAMENTE IMPORTANTE
5	FUERTEMENTE IMPORTANTE
7	IMPORTANTE MUY FUERTE
9	IMPORTANCIA EXTREMADAMENTE FUERTE

Fuente: Elaboración propia

Para esta toma de decisiones que se va a realizar se toma como base fundamental el presupuesto y el cronograma general del proyecto, estas dos bases serán las que garanticen que los resultados generados no sean tan sesgados de la realidad y sigan lo lineamientos.

En consecuencia, se desarrolla la matriz de comparación de pares de alternativas de especialidades para cada uno de los criterios ya mencionados.

Tabla 17
Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Costo

COSTO	Act. Preliminares	Cimentaciones	Estructuras	Arquitectura	Int. Sanitarias	Int. Electricas	Matriz Normalizada						PO.	VP.	CI	RI	CR
							0.05	0.03	0.07	0.07	0.02	0.02					
Act. Preliminares	1	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	0.05	0.03	0.07	0.07	0.02	0.02	0.04	0.27	OK		
Cimentaciones	3	1	1/3	1/5	3	3	0.15	0.10	0.12	0.07	0.17	0.20	0.13	0.88			
Estructuras	5	3	1	1	7	5	0.25	0.30	0.35	0.36	0.40	0.33	0.33	2.17			
Arquitectura	5	5	1	1	5	5	0.25	0.50	0.35	0.36	0.29	0.33	0.34	2.30			
Int. Sanitarias	3	1/3	1/7	1/5	1	1	0.15	0.03	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07	0.44			
Int. Electricas	3	1/3	1/5	1/5	1	1	0.15	0.03	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.46			
SUMA	20.00	10.00	2.88	2.80	17.33	15.33	SUMA						1.00	6.52			

Fuente: Elaboración propia

CI: 0.10

RI: 1.32

CR: 0.08 < 0.1

De la **Tabla 17** teniendo como criterio el costo se hace la comparación de pares de las especialidades del proyecto residencial Zafiro, se observa que como base tenemos las actividades preliminares que tiene como valoración mayor 1 (igualmente importante), comparando con cimentaciones que tiene una valoración de 3, debido a que 3 es mayor que 1,

le corresponde una escala de 1/3 (inverso de modernamente importante) además se sabe que por presupuesto presentado del proyecto la especialidad de cimentaciones es más costosa que las actividades preliminares, de la misma forma vemos la comparación de instalaciones sanitarias y eléctricas con respecto a las actividades preliminares. Pero también se puede observar que las especialidades de estructuras y arquitectura con respecto a las actividades preliminares tienen una valoración de 5, lo que conlleva que la especialidad de actividades preliminares tenga unos valores inversa de 1/5(inverso de fuertemente importante), de esta forma se irán colocando los valores según corresponda el criterio hasta completar con la tabla de valoraciones.

De la **Tabla 17** el vector de prioridad tomando en cuenta como criterio el costo y resultados obtenidos, inferimos que Arquitectura es la especialidad que tiene un costo mayor con respecto a las demás. También se afirma que la comparación de pares y la valoración asignada son consistentes ya que la relación de consistencia que tiene un valor de 0.08 y es menor que 0.1.

Tabla 18

Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Tiempo

TIEMPO	Act. Preliminares	Cimentaciones	Estructuras	Arquitectura	Int. Sanitarias	Int. Electricas	Matriz Normalizada						PO.	VP.	CI	RI	CR
							0.04	0.02	0.01	0.06	0.03	0.06					
Act. Preliminares	1	1/3	1/7	1/7	1/5	1/3	0.04	0.02	0.01	0.06	0.03	0.06	0.04	0.23	OK	1.32	0.10
Cimentaciones	3	1	1/3	1/5	1/5	1/3	0.12	0.06	0.03	0.09	0.03	0.06	0.06	0.39			
Estructuras	7	3	1	1/5	1/3	1/3	0.27	0.17	0.08	0.09	0.06	0.06	0.12	0.78			
Arquitectura	7	5	5	1	3	3	0.27	0.29	0.40	0.45	0.52	0.50	0.41	2.71			
Int. Sanitarias	5	5	3	1/3	1	1	0.19	0.29	0.24	0.15	0.17	0.17	0.20	1.38			
Int. Electricas	3	3	3	1/3	1	1	0.12	0.17	0.24	0.15	0.17	0.17	0.17	1.17			
SUMA	26.00	17.33	12.48	2.21	5.73	6.00	SUMA						1.00	6.66			

Fuente: Elaboración propia

CI: 0.10

RI: 1.32

CR: 0.08 < 0.1

De los resultados mostrados en la **Tabla 18** se infiere que Arquitectura es la especialidad que demanda más tiempo en ejecución, esto se sostiene en la relación de consistencia que tiene un valor de 0.1 y es menor o igual que 1.

Tabla 19

Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Material

MATERIAL	Act. Preliminares	Cimentaciones	Estructuras	Arquitectura	Int. Sanitarias	Int. Electricas	Matriz Normalizada						PO.	VP.	CI	0.05	OK
							0.05	0.06	0.04	0.06	0.03	0.03					
Act. Preliminares	1	1/3	1/7	1/5	1/3	1/3	0.05	0.06	0.04	0.06	0.03	0.03	0.04	0.27	RI	1.32	OK
Cimentaciones	3	1	1	1/3	3	3	0.14	0.17	0.26	0.10	0.26	0.26	0.20	1.26			
Estructuras	7	1	1	1	3	3	0.32	0.17	0.26	0.31	0.26	0.26	0.26	1.63	CR	0.04	OK
Arquitectura	5	3	1	1	3	3	0.23	0.50	0.26	0.31	0.26	0.26	0.31	1.95			
Int. Sanitarias	3	1/3	1/3	1/3	1	1	0.14	0.06	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.57	CR	0.04	OK
Int. Electricas	3	1/3	1/3	1/3	1	1	0.14	0.06	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.57			
SUMA	22.00	6.00	3.81	3.20	11.33	11.33	SUMA						1.00	6.25			

Fuente: Elaboración propia

CI: 0.05

RI: 1.32

CR: 0.04 < 0.1

De los resultados mostrados en la **Tabla 19** se infiere que Arquitectura es la especialidad que requiere mayor cantidad de materiales, este resultado se apoya en la relación de consistencia que tiene un valor de 0.04 y es menor o igual que 1.

Tabla 20

Matriz de comparación por pares de las especialidades según el criterio-Mano de obra

MANO DE OBRA	Act. Preliminares	Cimentaciones	Estructuras	Arquitectura	Int. Sanitarias	Int. Electricas	Matriz Normalizada						PO.	VP.	CI	0.09	OK
							0.07	0.04	0.06	0.08	0.08	0.08					
Act. Preliminares	1	1/3	1/3	1/5	1	1	0.07	0.04	0.06	0.08	0.08	0.08	0.07	0.43	RI	1.32	OK
Cimentaciones	3	1	1	1/5	3	3	0.21	0.13	0.17	0.08	0.25	0.25	0.18	1.14			
Estructuras	3	1	1	1/3	3	3	0.21	0.13	0.17	0.14	0.25	0.25	0.19	1.19	CR	0.07	OK
Arquitectura	5	5	3	1	3	3	0.36	0.63	0.50	0.42	0.25	0.25	0.40	2.70			
Int. Sanitarias	1	1/3	1/3	1/3	1	1	0.07	0.04	0.06	0.14	0.08	0.08	0.08	0.49	CR	0.07	OK
Int. Electricas	1	1/3	1/3	1/3	1	1	0.07	0.04	0.06	0.14	0.08	0.08	0.08	0.49			
SUMA	14.00	8.00	6.00	2.40	12.00	12.00	SUMA						1.00	6.43			

Fuente: Elaboración propia

CI: 0.09

RI: 1.32

CR: 0.07 < 0.1

De los resultados mostrados en la **Tabla 20** se infiere que Arquitectura es la especialidad que requiere mayor cantidad de mano de obra, la relación de consistencia que tiene un valor de 0.07 y es menor o igual que 1.

Tabla 21
Matriz de prioridad General.

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				VECTOR PRIORIDAD
	Costo	Tiempo	Material	MO.	
Act. Preliminares	0.04	0.04	0.04	0.07	0.04
Cimentaciones	0.13	0.06	0.20	0.18	0.12
Estructuras	0.33	0.12	0.26	0.19	0.22
Arquitectura	0.34	0.41	0.31	0.40	0.37
Int. Sanitarias	0.07	0.20	0.09	0.08	0.13
Int. Electricas	0.07	0.17	0.09	0.08	0.12
PONDERACION	0.36	0.40	0.16	0.08	

Fuente: Elaboración propia

Según la **Tabla 21** Arquitectura es la especialidad que tiene mayor prioridad con respecto a otras con el 0.37.

La selección de la especialidad de arquitectura cumple con los criterios mostrados que a su vez se puede corroborar con el presupuesto y cronograma del proyecto.

En conclusión, la utilización del método de prioridad AHP por medio de las valoraciones asignadas nos muestra que la especialidad de Arquitectura es la mejor alternativa y la más prioritaria para realizar la presente investigación.

3.6.2.2. SELECCIÓN DE ESPECIALIDAD SEGÚN CRONOGRAMA

La tabla muestra la disposición de las partidas de la actividad de Arquitectura, las partidas de asentado de muros y tarrajeo son las que muestran mayor cantidad de costo de recursos de material, la disposición de cuadrillas destinadas para desarrollar las partidas y el metrado dónde se pudo hallar una considerable cantidad de desperdicios sobre producción.

De esta manera se corrobora la toma de decisión a analizar estas dos partidas ya ante analizadas en la matriz AHP.

Tabla 22
Cronograma de obra-Residencial Zafiro

PROMUEVE	GRUPO INMOBILIARIO EL EDEN	MES DICIEMBRE																																					
		CONSTRUYE	ANTARES CIA CONSTRUCTORA	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4																				
				L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M															
DIRECCION		URB : MATEO PUMACACHUA AV JOSE MARIA ARGUEDAS H-6 WANCHAQ, CUSCO																																					
ACTIVIDAD		CRONOGRAMA DE TIEMPO,COSTOS Y METRADOS POR NIVEL																																					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)	CUADRILLA OP	PEO N	DURACION																															
04.00.00	DESENCOFRADO DE LOSA	m2	135.00	15.00	2025.00	1.00	2.00	1.00																															
04.00.01	TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA	glb	1.00	1025.00	1025.00	1.00	2.00	1.00																															
04.00.02	INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES	pto	8.00	25.00	200.00	1.00	1.00	1.00																															
04.00.03	TRASLADO DE LADRILLOS	m2	107.16	10.00	1071.60	1.00	3.00	1.00																															
04.00.04	TRASLADO DE MORTERO	m3	15.95	11.00	175.45	1.00	3.00	1.00																															
04.00.05	TRAZO DE MUROS	glb	1.00	265.00	265.00	1.00	3.00	1.00																															
04.00.06	ASENTADO DE MUROS 1RA ETAPA	m2	50.00	15.00	750.00	3.00	1.00	3.00																															
04.00.07	ASENTADO DE MUROS 2RA ETAPA	m2	57.16	15.00	857.40	3.00	1.00	3.00																															
04.00.08	PICADO CON ROTO MARTILLO EN COLUMNAS Y LIMPIEZA	m2	145.26	12.00	1743.12			2.00																															
04.00.09	TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST ELECTRICAS	pto	22.00	25.00	550.00	1.00	1.00	1.00																															
04.00.10	TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST SANITARIAS	pto	17.00	25.00	425.00	1.00	1.00	1.00																															
04.00.11	TARRAJEO EN MUROS	m2	319.51	16.00	5112.16			3.00																															
04.00.12	INSTALACIONES DE GAS	glb	1.00	1205.25	1205.25			1.00																															
04.00.13	INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE	pto	12.00	25.00	300.00	1.00	1.00	1.00																															
04.00.15	CONTRAPISO	m2	119.20	15.00	1788.00	4.00	5.00	1.00																															
04.00.16	ENLUCIDO DE CIELO RASO	m2	116.20	12.00	1394.40	3.00	1.00	4.00																															
04.00.17	1 MANO DE IMPRIMANTE	m2	319.51	12.00	3834.12	3.00	1.00	1.00																															
04.00.18	ASENTADO DE BARRA DE COCINA	und	1.00	160.00	160.00	1.00	1.00	1.00																															
04.00.19	IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LIJADO	m2	319.51	12.00	3834.12	3.00		1.00																															
04.00.20	PINTURA LATEX POR 1 MANO	m2	319.51	12.00	3834.12	3.00		1.00																															

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.3. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PARTIDAS

Para la presente investigación que es el estudio de la productividad de la mano de obra en la residencial Zafiro es necesario conocer que partidas son las mas incidentes en la especialidad de Arquitectura, para ello se hizo un arduo análisis el presupuesto y cronograma, teniendo como criterios de evaluación el costo de inversión, tiempo de ejecución, materiales y Mano de obra. Para ello se hace uso del método de prioridades AHP, herramienta que ayudara a seleccionar la(s) partida(s) tomando los criterios mencionados.

De la **tabla 23** se infiere que la partida de asentado de muros en el criterio de costo es con mayor prioridad para su análisis y estudio, esta afirmación se sostiene en la relación de consistencia que tiene un valor de 0.096 y es menor que 0.1 lo que tuvo una asignación de valores aceptables.

CI: 0.17

RI: 1.73, **CR:** 0.096 < 0.1

De la **tabla 24** se infiere que la partida de tarrajeo en el criterio de tiempo es con mayor prioridad para su análisis y estudio, esta afirmación se sostiene en la relación de consistencia que tiene un valor de 0.096 y es menor que 0.1 lo que tuvo una asignación de valores aceptables.



CI: 0.17

RI: 1.73, **CR:** $0.096 < 0.1$

De la **tabla 25** se infiere que la partida de asentado de muros en el criterio de Material es con mayor prioridad para su análisis y estudio, esta afirmación se sostiene en la relación de consistencia que tiene un valor de 0.096 y es menor que 0.1 lo que tuvo una asignación de valores aceptables.

CI: 0.15

RI: 1.73, **CR:** $0.086 < 0.1$

De la **tabla 26** se infiere que la partida de asentado de muros en el criterio de Mano de obra es con mayor prioridad para su análisis y estudio, esta afirmación se sostiene en la relación de consistencia que tiene un valor de 0.096 y es menor que 0.1 lo que tuvo una asignación de valores aceptables.

CI: 0.17

RI: 1.73, **CR:** $0.095 < 0.1$



Tabla 23
Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Costo

COSTO	DESENCOFRADO DE LOSA	TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA	INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES	TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO	ASENTADO DE MUROS	TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST ELECTRICAS	TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST SANITARIAS	TARRAJEO EN MUROS	INSTALACIONES DE GAS	INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE	CONTRAPISO	ENLUCIDO DE CIELO RASO	1 MANO DE IMPRIMANTE	BARRA DE COCINA	IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUADO	PINTURA LATEX POR 1 MANO	SUMA PRODUCTO																				PO.	AXP	CI	
																	0.03	0.07	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01				0.01
DESENCOFRADO DE LOSA	1.00	3.00	0.33	0.33	0.20	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.33	0.33	1.00	0.33	1.00	0.33	0.03	0.07	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.45	0.17					
TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA	0.33	1.00	0.33	0.33	0.14	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	1.00	0.33	1.00	0.33	1.00	0.33	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.14	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.46	RI					
INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES	3.00	3.00	1.00	3.00	0.20	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	0.20	0.20	1.00	0.33	1.00	0.33	0.08	0.07	0.03	0.08	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.04	0.67	1.73					
TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO	3.00	3.00	0.33	1.00	0.20	3.00	3.00	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	1.00	0.33	1.00	0.33	0.08	0.07	0.01	0.03	0.03	0.07	0.07	0.02	0.01	0.01	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.59	CR					
ASENTADO DE MUROS	5.00	7.00	5.00	5.00	1.00	5.00	5.00	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.13	0.16	0.16	0.13	0.17	0.12	0.11	0.33	0.13	0.13	0.14	0.23	0.08	0.17	0.08	0.12	0.15	2.81	0.096					
TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST ELECTRICAS	1.00	1.00	1.00	0.33	0.20	1.00	1.00	0.20	0.33	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	0.33	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.41	ok					
TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST SANITARIAS	1.00	1.00	1.00	0.33	0.20	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	0.33	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.37						
TARRAJEO EN MUROS	5.00	5.00	3.00	5.00	0.33	5.00	5.00	1.00	3.00	3.00	1.00	1.00	3.00	5.00	5.00	3.00	0.13	0.11	0.09	0.13	0.06	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.14	0.08	0.08	0.28	0.13	0.12	0.12	2.37						
INSTALACIONES DE GAS	3.00	3.00	1.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	1.00	1.00	0.33	0.33	3.00	0.20	3.00	3.00	0.08	0.07	0.03	0.08	0.06	0.07	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.08	0.01	0.08	0.12	0.06	1.04						
INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE	3.00	3.00	1.00	3.00	0.33	1.00	3.00	0.33	1.00	1.00	0.33	0.33	3.00	0.20	3.00	3.00	0.08	0.07	0.03	0.08	0.06	0.02	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.08	0.01	0.08	0.12	0.06	0.99						
CONTRAPISO	3.00	3.00	5.00	3.00	1.00	5.00	5.00	1.00	3.00	3.00	1.00	5.00	5.00	3.00	5.00	3.00	0.08	0.07	0.16	0.08	0.17	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.14	0.38	0.13	0.17	0.13	0.12	0.14	2.66						
ENLUCIDO DE CIELO RASO	3.00	3.00	5.00	5.00	0.33	5.00	5.00	1.00	3.00	3.00	0.20	1.00	5.00	3.00	5.00	3.00	0.08	0.07	0.16	0.13	0.06	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.03	0.08	0.13	0.17	0.13	0.12	0.11	2.08						
1 MANO DE IMPRIMANTE	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	0.33	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.43						
BARRA DE COCINA	3.00	3.00	3.00	3.00	0.33	5.00	5.00	0.20	5.00	5.00	0.33	0.33	5.00	1.00	5.00	3.00	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.12	0.11	0.02	0.22	0.21	0.05	0.03	0.13	0.06	0.13	0.12	0.10	1.82						
IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUADO	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	0.33	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.41						
PINTURA LATEX POR 1 MANO	3.00	3.00	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	3.00	0.33	3.00	1.00	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.07	0.07	0.04	0.01	0.01	0.05	0.03	0.08	0.02	0.08	0.04	0.05	0.94						
TOTAL	39.33	44.00	32.00	37.33	5.81	42.00	44.00	9.07	22.67	23.33	7.20	13.20	38.00	17.87	40.00	24.67																							18.51	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24
Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Tiempo

TIEMPO	DESENCOFRADO DE LOSA	TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA	INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES	TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO	ASENTADO DE MUROS	TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST	TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST	TARRAJEO EN MUROS	INSTALACIONES DE GAS	INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE	CONTRAPISO	ENLUCIDO DE CIELO RASO	1 MANO DE IMPRIMANTE	BARRA DE COCINA	IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUADO	PINTURA LATEX POR 1 MANO	SUMA PRODUCTO																				PO.	AXP	CI
																	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.73	1.73				
DESENCOFRADO DE LOSA	1.00	1.00	1.00	0.33	0.14	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.37	0.17				
TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA	1.00	1.00	0.33	1.00	0.14	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.20	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.32	RI				
INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES	1.00	3.00	1.00	3.00	0.20	3.00	0.33	0.20	1.00	1.00	0.33	0.20	3.00	0.33	0.33	0.33	0.02	0.06	0.03	0.06	0.03	0.07	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.15	0.01	0.02	0.03	0.04	0.73	1.73				
TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO	3.00	1.00	0.33	1.00	0.14	1.00	1.00	0.14	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	0.20	0.07	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.37	CR				
ASENTADO DE MUROS	7.00	7.00	5.00	7.00	1.00	5.00	5.00	1.00	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00	3.00	1.00	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.11	0.12	0.16	0.10	0.10	0.12	0.14	0.15	0.12	0.16	0.09	0.13	2.39	0.0960				
TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST ELECTRICAS	1.00	1.00	0.33	1.00	0.20	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.34	OK				
TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST SANITARIAS	1.00	1.00	3.00	1.00	0.20	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.33	0.33	0.02	0.02	0.08	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.45					
TARRAJEO EN MUROS	5.00	5.00	5.00	7.00	1.00	5.00	5.00	1.00	7.00	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00	3.00	0.11	0.10	0.14	0.14	0.14	0.11	0.12	0.16	0.23	0.10	0.12	0.14	0.15	0.12	0.16	0.27	0.14	2.72						
INSTALACIONES DE GAS	3.00	3.00	1.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.14	1.00	1.00	0.33	0.33	3.00	0.33	0.33	0.33	0.07	0.06	0.03	0.06	0.05	0.07	0.07	0.02	0.03	0.03	0.01	0.05	0.15	0.01	0.02	0.03	0.05	0.86					
INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE	3.00	3.00	1.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.03	0.07	0.06	0.03	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.03	0.03	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.00	0.04	0.67					
CONTRAPISO	3.00	5.00	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.07	0.10	0.08	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.10	0.10	0.04	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	1.02					
ENLUCIDO DE CIELO RASO	3.00	5.00	5.00	3.00	1.00	5.00	5.00	1.00	3.00	3.00	3.00	1.00	1.00	5.00	3.00	0.07	0.10	0.14	0.06	0.14	0.11	0.12	0.16	0.10	0.10	0.12	0.14	0.05	0.19	0.16	0.27	0.13	2.38						
1 MANO DE IMPRIMANTE	3.00	3.00	0.33	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	0.33	3.00	3.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.07	0.06	0.01	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.01	0.10	0.12	0.14	0.05	0.12	0.16	0.03	0.07	1.35						
BARRA DE COCINA	3.00	3.00	3.00	5.00	0.33	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00	3.00	0.20	0.33	1.00	0.33	0.20	0.07	0.06	0.08	0.10	0.05	0.07	0.07	0.05	0.10	0.10	0.12	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.06	1.16					
IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUADO	3.00	3.00	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00	3.00	0.33	0.33	3.00	1.00	0.33	0.07	0.06	0.08	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.10	0.10	0.12	0.05	0.02	0.12	0.05	0.03	0.07	1.31					
PINTURA LATEX POR 1 MANO	3.00	5.00	3.00	5.00	1.00	5.00	3.00	0.33	3.00	3.00	3.00	0.33	3.00	5.00	3.00	1.00	0.07	0.10	0.08	0.10	0.14	0.11	0.07	0.05	0.10	0.10	0.12	0.05	0.15	0.19	0.16	0.09	0.11	2.05					



Tabla 25 Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Material

Table with 29 columns: MATERIAL, DESENCOFRADO DE LOSA, TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA, INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES, TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO, ASENTADO DE MUROS, TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST, TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST, TARRAJEO EN MUROS, INSTALACIONES DE GAS, INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE, CONTRAPISO, ENLUCIDO DE CIELO RASO, 1 MANO DE IMPRIMANTE, BARRA DE COCINA, IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUADO, PINTURA LATEX POR 1 MANO, SUMA PRODUCTO (20 columns), PO, AXP, CI.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Matriz de comparación por pares de las partidas según el criterio-Mano de obra

Table with 29 columns: MANO DE OBRA, DESENCOFRADO DE LOSA, TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA, INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES, TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO, ASENTADO DE MUROS, TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST, TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST, TARRAJEO EN MUROS, INSTALACIONES DE GAS, INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE, CONTRAPISO, ENLUCIDO DE CIELO RASO, 1 MANO DE IMPRIMANTE, BARRA DE COCINA, IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUADO, PINTURA LATEX POR 1 MANO, SUMA PRODUCTO (20 columns), PO, AXP, CI.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27
Matriz de prioridad General - Partidas incidentes

ALTERNATIVAS	COSTO	TIEMPO	MATERIAL	MANO DE OBRA	VECTOR PRIORIDAD	ELECCION
DESENCOFRADO DE LOSA	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	
TRASLADO DE ENCOFRADO DE LOSA	0.03	0.02	0.02	0.02	0.11	
INSTALACION DE TUBERIAS DE VENTILACION Y MONTANTES	0.04	0.04	0.06	0.08	0.42	
TRASLADO DE LADRILLOS Y MORTERO	0.03	0.02	0.02	0.02	0.12	
ASENTADO DE MUROS	0.15	0.13	0.16	0.13	1.02	SI
TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST ELECTRICAS	0.02	0.02	0.03	0.03	0.18	
TRAZO Y PICADO DE TUBERIAS EN MUROS INST SANITARIAS	0.02	0.02	0.03	0.03	0.18	
TARRAJEO EN MUROS	0.12	0.14	0.15	0.15	0.99	SI
INSTALACIONES DE GAS	0.06	0.05	0.06	0.04	0.37	
INSTALACIONES DE AGUA FRIA Y CALIENTE	0.06	0.04	0.06	0.03	0.36	
CONTRAPISO	0.14	0.06	0.11	0.07	0.69	
ENLUCIDO DE CIELO RASO	0.11	0.13	0.10	0.13	0.70	
1 MANO DE IMPRIMANTE	0.02	0.07	0.04	0.06	0.29	
BARRA DE COCINA	0.10	0.06	0.06	0.06	0.44	
IMPRIMANTE POR 2 MANOS MAS LUJADO	0.02	0.07	0.04	0.07	0.30	
PINTURA LATEX POR 1 MANO	0.05	0.11	0.05	0.07	0.39	
PONDERACION	0.33	0.33	5.00	1.00		

Fuente: Elaboración propia

Acorde a la **Tabla 27** Asentado y tarrajeo de muros son las partidas incidentes dentro del proyecto residencial Zafiro por ende tienen mayor prioridad con respecto a otras con el 1.02 y 0.99 respectivamente.

La selección de las partidas de Asentado y tarrajeo de muros cumple con los criterios mostrados que a su vez se puede corroborar con el presupuesto y cronograma del proyecto. En conclusión, la utilización del método de prioridad AHP por medio de las valoraciones asignadas nos muestra que la partidas de Asentado y tarrajeo de muros son la mejor alternativa y las más prioritaria para realizar la presente investigación.



3.7. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA LEAN (5'S) EN CAMPO

ETAPA III

Una vez que se tomó los datos y mediciones de la productividad de mano de obra en la primera etapa donde no se cuenta con una implementación de la metodología lean, se procedió a analizar los puntos más preponderantes de una posible baja productividad, así como desperdicios en las actividades incidentes de estudio.

Esta investigación se procedió a implementar mediante 4 charlas que se impartió a todo el personal obrero con una duración aproximada de 25 min sobre las 5'S, y charlas personalizada al personal encargado de la ejecución de las partidas incidentes. El tiempo que requirió de dichas charlas fue con una de duración fue de 2 semanas.

Se impartió el flujograma de las actividades con el fin de llevar una actividad de procesos a una por flujos, delegando el tren de actividades según cargos y funciones del personal obrero.

En esta etapa también se procedió a desarrollar formatos y herramientas de implementación como, por ejemplo: materiales necesarios para la actividad, zonificaciones, asignación de cuadrillas, planos layout, formato de seguimiento de las 5s - Chek list y algunas otras herramientas que contribuyo a la implementación por parte de los investigadores al proyecto

En el proceso de cambio y de implementación se observó cierta resistencia por parte del personal obrero que se detalla en las limitaciones de la investigación, es por ello que se tuvo que tener mucho tino para darles a conocer los beneficios de la metodología lean por parte de los tesistas.

3.7.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN

La metodología lean construction es un conjunto de herramientas que se abocan a reducir desperdicios en las diferentes etapas de un proyecto que van desde la concepción del proyecto hasta el cierre del mismo.

En caso de la investigación se avoca a la etapa de la ejecución de la mano de obra, por ello es necesario recopilar un cuadro comparativo de los objetivos, características y ventajas de cada una de las herramientas que conforman la metodología.